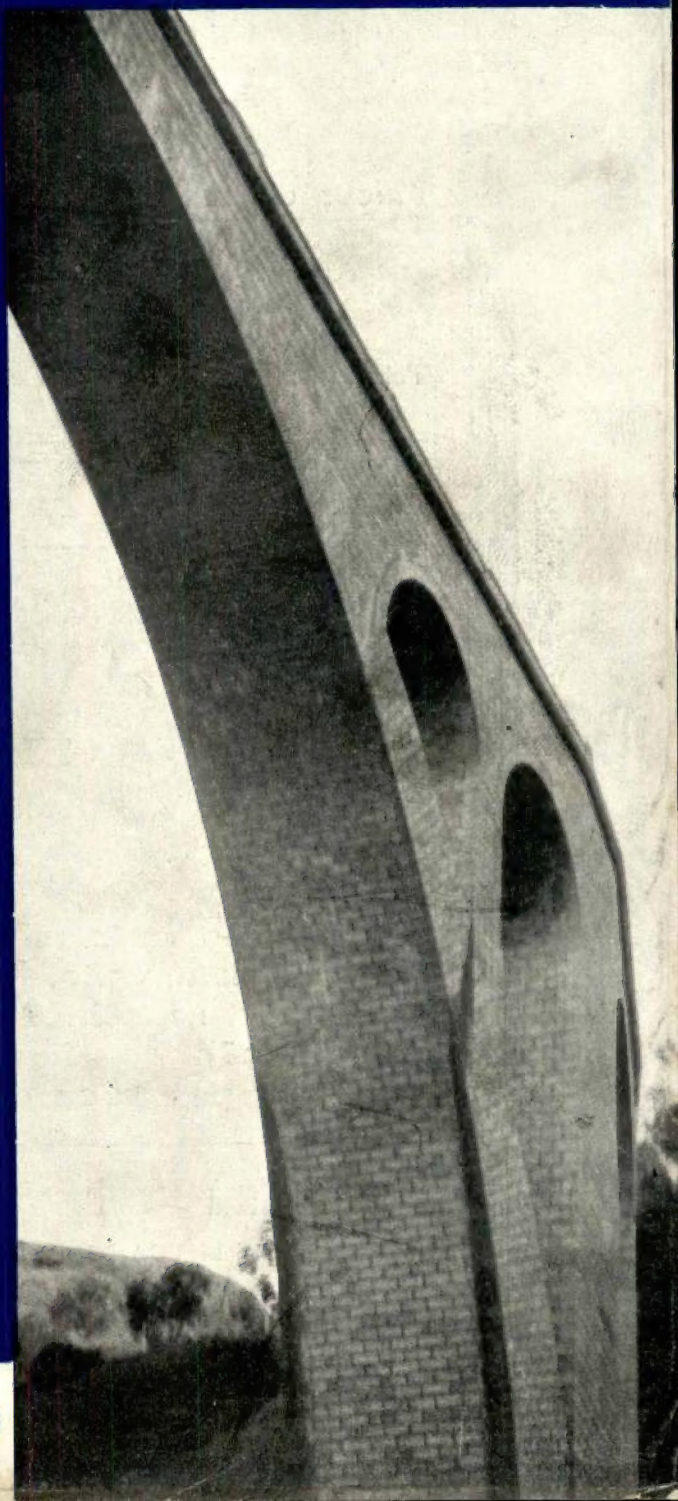
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

.º 104 - JULHO - 1939

"LUSALITE"

INCOMBUSTÍVEL
LEVE
RESISTENTE
ISOLADOR
IMPUTRESCÍVEL

fibro-cimento nacional

EM

Tubos para pressões hidráulicas de 3 a 12 K.os/cm.2
Chapas onduladas para coberturas
Chapas lisas para revestimento de tetos, tabiques, etc.
Produtos da Sociedade Portuguesa de Fibro-cimento

ÚNICOS CONCESSIONÁRIOS:

CORPORAÇÃO MERCANTIL PORTUGUESA, L.DA

Rua de S. Nicolau, 123

Telefones: 2 3948 — 2 8941 — **LISBOA** — Telegramas: Lusalite

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de tôdas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

NÚMERO
104
Julho — 1939

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N./ TEL. 49144 (linha 50)

DIRECTOR
Roberto M. Charters d'Azevedo
ADMINISTRADOR
PEDRO ARSÉNIO NUNES
BIBLIOTECÁRIO
CARLOS KRUS ABECASIS
CORPO REDACTORIAL
ISABEL MARIA GAGO
MANUEL REIS DE CARVALHO
ARTUR SILVA MARQUES

NÚMERO AVULSO..... 5$00

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	12$00	23$00	44$00
Colónias Portuguesas e Espanha...	—	30$00	55$00
Estrangeiro...	—	40$00	70$00

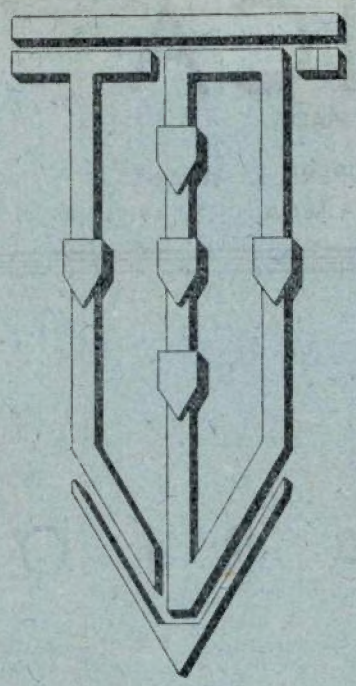
EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ALUNOS DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NAS
OFICINAS FERNANDES
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Arco da Ponte sôbre o Varoza

		Págs.
O descarregador de segurança da barragem de Bissorte . .	Eng. Civil (I. S. T.) José Filipe Rebêlo Pinto	393
Cálculo dos colectores de esgôto de secção circular . . .	Eng. Civil (I. S. T.) José Gomes Alvarez	400
Assuntos de estradas	Eng. Civil (I. S. T.) José Guedes Pinto Machado	418
Vida Escolar e Associativa . . .	. . . . .	421
Do Mundo Técnico	. . . . .	422
Notas bibliográficas	. . . . .	427
Publicações recebidas	. . . . .	428



FUNDAÇÕES GARANTIDAS

Um processo especial para cada caso

Eng. Ricardo E. Teixeira Duarte

Projecto e execução de tôdas as fundações de responsabilidade feitas ùltimamente em Lisboa

Consolidações do solo

Captações de águas

Sondagens geológicas

EMPRÊSA DE SONDAGENS E FUNDAÇÕES, L.DA

Rua Augusta, 280, 3.º e 4.º — LISBOA

Publicações da TÉCNICA

Modernas Concepções da Mecânica
Prof. MIRA FERNANDES

Viga de Comprimento finito assente sôbre terreno elástico
Prof. G. MAGNEL

Tabelas de Resistência de Materiais
Prof. VICENTE FERREIRA

Ábacos para o Cálculo de Betão Armado
Eng. VASCO COSTA

Regulamento do Betão Armado
(1929)

Regulamento de Pontes Metálicas
(1935)

À venda na redacção da TÉCNICA

EMULSÕES
de asfalto para estradas

Todos os tipos e percentagens

TELEFONE 20879
Telegramas: Epalda — LISBOA

FÁBRICA EM SACAVÉM

Barricas de 180 kilos

Sacos de juta de 50 kilos

Sacos de papel de 50 kilos

Sede: Rua do Caes de Santarem, 64, 1.º — LISBOA
Filial do Norte: Rua Formosa, 297, 1.º — PORTO

AGÊNCIAS EM TODO O PAÍS

União Eléctrica Portugueza, S. A.

SEDE SOCIAL

Rua Duque de Loulé, 240 — PORTO

CAPITAL { Acções..... 40:000 contos
Obrigações 30:500 contos

ELECTRICIDADE DO LINDOSO

FORÇA { Hidráulica..... 40:000 HP
Térmica ..... 20:000 HP

Potência já contratada 20:000 HP
Potência disponível... 22:000 HP

Extensão total das linhas em exploração: 1:000 quilómetros

A **U. E. P.** tem as melhores tarifas e concede as maiores facilidades para electrificação de fábricas e para abastecimento de rêdes de distribuïção nos Distritos de: **Viana do Castelo, Braga, Pôrto, Aveiro, Coimbra, Vizeu e Leiria.**

Consultai a U. E. P.

CIMENTO

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.

Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

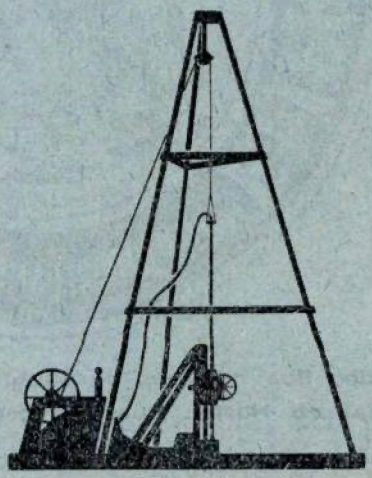
COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMERCIO, 56, 3.º
LISBOA

Sondages. Etanchements. Consolidations "Procédés Ródio"

Sondagens geológicas
Estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geofísico
Consolidação e impermeabilização de terrenos e alvenarias por meio de injecções de cimento, produtos químicos, emulsão betuminosa Shellperm, etc.
Estacas de beton armado, sistema **Ródio** sem fazer trepidar o solo
Rebocos comprimidos por «cement gun»
Fundações em terrenos difíceis por congelação artificial, ou baixando o nível da água friática.

Sociedade Anónima com séde em PARIS

As melhores referências no paiz e no estrangeiro



Engenheiro delegado para Portugal

Walter Weyermann

P. do Município, 32-2.º--LISBOA Tel. 2 8685

Previnem-se os nossos assinantes e anunciantes que a Revista suspende, como de costume, a sua publicação durante os meses de férias.

TÉCNICA

ROBERTO CHARTERS D'AZEVEDO
DIRECTOR

ANO XIV - N.º 104 JULHO 1939

O DESCARREGADOR DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DE BISSORTE

PELO ENG. CIVIL (I. S. T.) JOSÉ FILIPE REBELO PINTO
BOLSEIRO DO I. A. C.

Na região Alpina do sueste da França, encontram-se várias barragens, que contribuem, em larga escala, para a produção da energia eléctrica consumida naquele país.

Entre elas, há que destacar a de Bissorte, estabelecida num afluente do rio Arc, próximo do Monte Thabor que, como se sabe, está situado na fronteira com a Itália.

Não é a sua ordem de grandeza que a torna notável, mas sim algumas particularidades de-veras interessantes.

O local escolhido para a sua implantação, a uma altitude superior a 2.000 metros, era o da saída de um antigo lago que se encontrava quási aterrado pelos carrejos das águas.

A barragem, com uma altura máxima de 60 metros e um desenvolvimento de 542 metros no coroamento, criou uma albufeira com 40 milhões de metros cúbicos de capacidade (até à cota 2082 m). A água é utilizada numa queda de 1.140 metros, até ao rio Arc, onde despejam os canais de fuga de três turbinas Pelton, «Neyret Beylier & Piccard Pictet», de 34.500 CV, com um só injector (a maior potência até hoje obtida por um só jacto). O equipamento da oficina hidro-eléctrica permite uma potência instantânea de 70.000 KVA. A energia total produzida por ano eleva-se a cêrca de 150 milhões de KWh.

Em virtude da localização da barragem e da topografia das serras sobranceiras ao vale do rio Arc, a construção de uma estrada de acesso seria muito difícil, morosa e extremamente dispendiosa.

O problema do transporte dos materiais foi resolvido com a construção de um teleférico, que mais tarde serviu para o assentamento da conduta forçada. Presentemente é êste o único meio de acesso ao local da barragem.

Por o transporte de materiais ser oneroso e dada a abundância de boa pedra no local dos trabalhos, justificava-se a construção da barragem em alvenaria.

A bacia hidrográfica dêste aproveitamento é pequena, estando a sua área mal determinada; com o fim de a aumentar foi aberto um túnel na vertente da margem direita, ligando-a a outro vale cujas águas são captadas por um pequeno açude.

As obras destinadas à evacuação das cheias máximas, calculadas em 100 metros cúbicos por segundo, consistiam em 4 sifões automáticos estabelecidos sob a crista da barragem, com um caudal máximo de 30 metros cúbicos por segundo, e em dois canais munidos de comportas, junto da margem direita, podendo evacuar 70 metros cúbicos por segundo.

Pouco tempo após a conclusão da obra deu-se

um grave desastre na barragem italiana de Molare, situada apenas a cêrca de 150 quilómetros de Bissorte.

A barragem de Molare, cuja bacia hidrográfica tinha uma área de 141 quilómetros quadrados, dispunha de uma bateria de sifões automáticos, estabelecidos sob a crista, de um descarregador lateral de superfície e de duas descargas de fundo, que asseguravam a evacuação de uma cheia máxima de 850 metros cúbicos por segundo.

Julgava-se largamente prevista a máxima cheia, cujo valor correspondia a um caudal unitário de 6 metros cúbicos por segundo, muito superior aos máximos registados em bacias semelhantes, para as quais se consideravam suficientes caudais unitários de 4 metros cúbicos por segundo.

Porém, no dia 13 de Agosto de 1935, uma cheia excepcional demoliu a barragem; 10 milhões de metros cúbicos de água correram em poucos minutos pelo vale do rio, formando uma onda inicial de 6 a 7 metros de altura, que tudo destruiu na sua passagem. O caudal máximo desta cheia catastrófica foi avaliado em 2500 metros cúbicos por segundo, a que corresponde o elevadíssimo caudal unitário de 18 metros cúbicos por segundo. A altura total de chuva registada em 6 horas atingiu 525 milímetros!

Êste grande desastre, que ocasionou prejuízos materiais avultados e a perda de 111 vidas, veio mostrar que, para bacias hidrográficas de pequena área, as cheias excepcionais podem atingir valores muito superiores aos máximos registados num largo períodos de anos; neste caso a proporção entre a cheia prevista e a cheia excepcional foi aproximadamente de 1 para 3.

Dada a relativa proximidade das duas barragens citadas e a semelhança das condições climatéricas das respectivas bacias, foi considerada possível a produção de um fenómeno análogo em Bissorte, cujas conseqüências catastróficas seriam da ordem das registadas em Molare.

Por êsse motivo foi resolvido construir um novo descarregador de segurança em Bissorte, para um caudal máximo de 180 metros cúbicos por segundo, elevando-se assim a capacidade dos evacuadores de cheia para cêrca do triplo do primitivamente previsto, isto é, na mesma proporção verificada em Molare.

A nova obra é do tipo conhecido pelo descarregador «Danel», por ter sido estudado pelo distinto professor Pierre Danel, director dos laboratórios de hidráulica dos «Ateliers Neyret-Beylier & Piccard-Pictet», de Grenoble, onde fêz os respectivos ensaios em modêlo reduzido. Êste descarregador é de uma concepção genial, consistindo na aplicação do fenómeno denominado «onda estacionária»; a formação da onda estacionária é provocada por uma soleira de forma simples, colocada imediatamente a juzante e a um nível um pouco mais baixo do que a crista dos muros do descarregador, aos quais é ligada por concordâncias apropriadas.

Como adiante se verá, êste novo tipo de descarregador tem grandes vantagens sôbre os tipos clássicos até então conhecidos, em túnel ou em poço.

Estudo do novo descarregador

Em virtude das condições topográficas locais, o novo descarregador deveria ser estabelecido sôbre um esporão rochoso situado junto da margem esquerda, 40 metros a montante da barragem, devendo necessàriamente ser do tipo em poço ou em túnel.

Tinha ainda que satisfazer às seguintes condições:

a) — Permitir o aproveitamento da galeria de derivação existente, que tinha sido utilizada para a construção da barragem;

b) — O nível máximo da água na albufeira não ultrapassar a cota 2083 metros, ficando assim uma folga de 1 metro até ao coroamento da barragem;

c) — A cota da crista do descarregador não descer abaixo de 2081,5 metros, a-fim-de não se reduzir apreciàvelmente a capacidade da albufeira; a carga máxima sôbre o descarregador ficava portanto limitada a 1,50 metros;

d) — Ser de formas simples, sem superfícies de concordância complicadas a-fim-de permitir o emprêgo na construção da pedra cortada no local e de evitar a demora e despesa do transporte de grandes quantidades de areia e de cimento pelo teleférico;

e) — Ter o menor volume de trabalho possí-

vel, não só por razões de economia mas também para permitir uma rápida execução por, àquela altitude, só se poder trabalhar durante os meses de verão;

f) — O custo total da obra não ultrapassar uma quantia prèviamente estabelecida.

A emprêsa proprietária da barragem. «Société Hydro-Electrique de la Savoie», enviou para o laboratório dos «Ateliers Neyret-Beylier & Piccard Pictet» um projecto de descarregador do tipo em túnel a-fim-de ser ensaiado em modêlo reduzido.

Êste descarregador consistia em dois muros ligados a montante e divergentes para juzante, formando uma bacia triangular onde se reüniam as águas transbordadas. Esta bacia era ligada por uma concordância simples, sem superfícies empenadas, a um canal de pequena extensão, bastante inclinado, que despejava na galeria. A solução prevista adaptava-se bem ao terreno, sendo os volumes de alvenaria e de escavações relativamente pequenos.

Os ensaios efectuados sôbre o respectivo modêlo reduzido levaram o professor Danel a propor um novo tipo de descarregador de forma circular ou elíptica, adaptando-se melhor ao contorno do esporão rochoso, seguido de um canal de ligação à galeria; a concordância do descarregador com o canal fazía-se por uma superfície em forma de funil.

Para se obter uma ideia perfeita do funcionamento do novo tipo de descarregador, que permitisse a sua comparação com o da primeira solução, construíram-se modêlos reduzidos na escala de 1.100, sôbre os quais se efectuaram vários ensaios.

Em virtude da limitação do desenvolvimento do descarregador e da carga máxima sôbre êle, a forma da crista deveria ser a que permitisse a passagem do maior caudal possível. Por êsse motivo foi adoptado para a crista o perfil «Creager», não com receio de descolamentos da lâmina transbordante e consequentes vibrações, mas sim por se ter verificado no decorrer de vários ensaios ser êste o que dava o máximo caudal. Os mesmos ensaios mostraram que, para êste perfil de crista, o coeficiente *m* da conhecida fórmula dos descarregadores

$$Q = m \; h \, l \sqrt{2 g h}$$

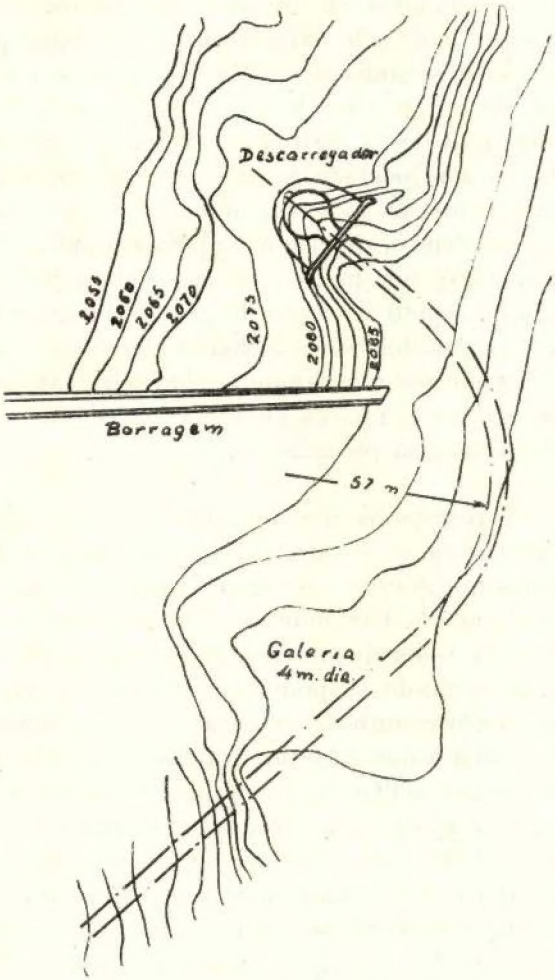


Fig. 1 — Implantação do descarregador

tem o valor $m = 0{,}47$. Para os máximos fixados de $Q = 180$ metros cúbicos por segundo e $h = 1{,}5$ metros, o emprêgo desta fórmula dava para o desenvolvimento da crista $l = 47$ metros.

Adoptando-se a forma semi-elíptica em planta, com o eixo menor igual a 23 metros (máximo comprimento permitido pelas dimensões do esporão rochoso), o desenvolvimento de crista requerido obtinha-se fazendo o semi-eixo maior igual a 18,5 metros. (Na solução primitiva a crista era formada por dois muros rectilíneos com 23,5 metros de comprimento cada um).

Verificou-se em seguida se a galeria de derivação existente podia evacuar o caudal má-

ximo do descarregador. Esta galeria tinha 4 metros de diâmetro e terminava a juzante à cóta 2064,0 metros. Como o nível máximo da água na albufeira era de 2083,0 metros, a carga total disponível elevava-se a 19 metros. Não era prudente adoptar êste valor máximo, que não correspondia à realidade por, correndo a galeria em secção cheia, não se poder contar com mais de 15 metros de carga. Nestas condições a velocidade à entrada da galeria seria de 17 metros por segundo, e a velocidade média, dentro, determinada pela sua inclinação — $0^m,0304$ por metro — de 15 metros por segundo. Sendo a secção da galeria de 12,6 metros quadrados e a velocidade média da água, de 15 metros por segundo, ela podia dar passagem a 189 metros cúbicos por segundo, o que satisfazia plenamente.

Os resultados dos ensaios em modêlos reduzidos na escala de 1.100, foram tão satisfatórios que logo se resolveu construí-los numa escala maior. Executaram-se modelos em betão de dois tipos de descarregador, na escala de 1 : 30, a-fim-de se poder estabelecer a comparação entre ambos. A escala foi determinada de forma a que a lâmina transbordante tivesse espessura suficiente, para o escoamento não ser afectado pela viscosidade da água ou pela rugosidade das superfícies em contacto com ela (para o máximo caudal a espessura da lâmina transbordante era de 50 milímetros).

No modêlo do tipo apresentado pela S. H. E. S., não se incluiu o terreno, por se suspeitar que o seu funcionamento não se faria em condições satisfatórias.

O modêlo do tipo Danel era completo, compreendendo a reprodução exacta do terreno nas proximidades do descarregador, com o fim de se obterem velocidades de chegada, semelhantes às reais; para obter a forma exacta do terreno utilizaram-se na construção cérceas de arame, representando as curvas de nível. A parte da galeria junto ao descarregador era descoberta a-fim-de se poder observar o movimento da água dentro dela. A água era fornecida ao modêlo por uma bomba centrífuga, sendo os caudais medidos por um «Venturi».

A entrada da água no modêlo fazia-se por intermédio de uma câmara estabelecida em volta dêle, munida de uma chapa de ferro perfurada, que servia de tranquilizador.

Nos ensaios feitos no modêlo correspondente à solução S. H. E. S. verificou-se logo que, mesmo para cargas muito inferiores à máxima requerida, se produziam grandes turbilhões na bacia de recepção da água transbordada, o que tornava impossível a entrada do caudal fixado na galeria. Por êsse motivo não se fizeram mais ensaios neste modêlo.

Começaram-se depois os ensaios no outro modêlo com as formas atrás descritas. De início verificou-se que a veia líquida não era estável, registando-se a produção de turbilhões que dificultavam a entrada da água na galeria.

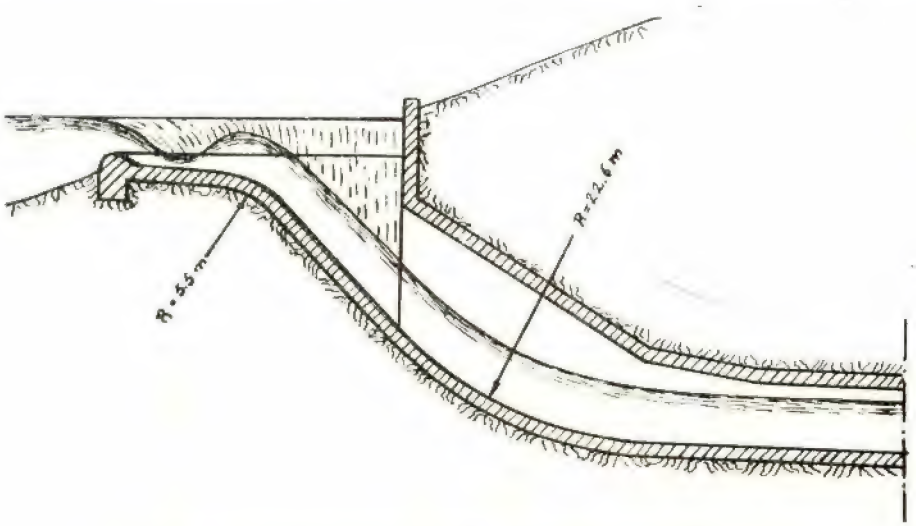


Fig. 2 — Corte segundo o eixo do descarregador e galeria

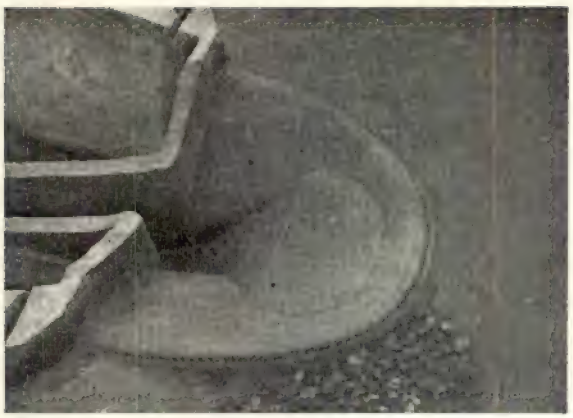


Fig. 3 — Descarregador, tipo Danel; modêlo na escala de 1 : 30

Fizeram-se novos ensaios modificando a forma da parte interior do descarregador, com o fim de se obter uma veia estável, sem turbilhões, com a forma da galeria e a velocidade requerida.

Ao cabo de porfiados esforços conseguiu-se o fim em vista, dando à soleira da bacia de recepção a forma que se vê na fotografia da fig. 3 e no corte representado na fig. 2. Houve depois necessidade de a corrigir ligeiramente para evitar superfícies empenadas que dificultariam a construção.

O funcionamento do descarregador é muito interessante: Sôbre a soleira em plataforma estabelece-se uma onda estacionária que permite a formação da veia, a qual, no pequeno canal muito inclinado que se segue, adquire uma velocidade um pouco superior à do regimen na galeria (determinado pela inclinação desta).

Durante os ensaios verificou-se que, para o caudal máximo previsto, a galeria não corria em secção cheia e que a velocidade média da água era de 16 metros por segundo, superior, portanto, à correspondente à inclinação da galeria que, como atrás se viu, era de 15 metros por segundo. O movimento da água dentro da galeria faz-se, portanto, em regimen torrencial; isto tem a vantagem de, no caso de o caudal ultrapassar o máximo previsto, a entrada em carga da galeria se começar a fazer por juzante, evitando-se assim as perturbações que acarretaria a entrada em carga a partir de montante.

Pela curva de vazão do descarregador (fig. 4) vê-se que para a carga máxima fixada de 1,5 metros se obtém um caudal de 189 metros cúbicos por segundo.

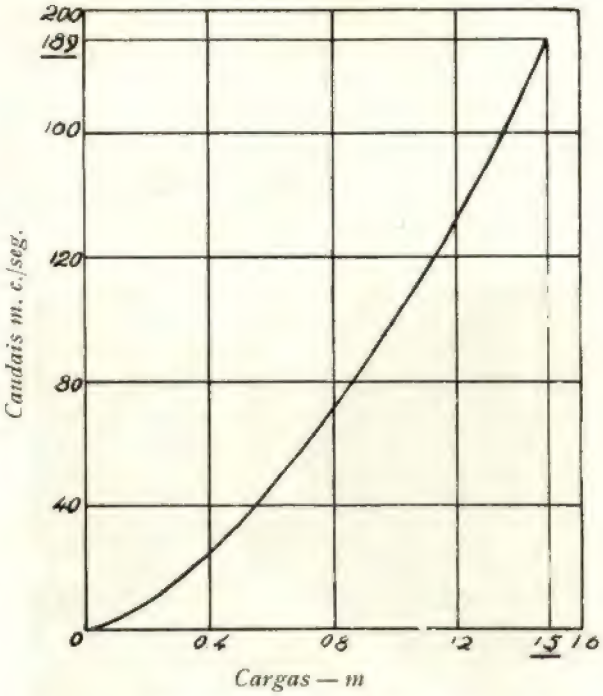


Fig. 4 — Curva dos caudais

Sendo inteiramente satisfatórios os resultados obtidos para o funcionamento em condições normais, fizeram-se finalmente ensaios prevendo a possibilidade da presença de corpos sólidos arrastados pela água, tais como troncos de árvores ou blocos de gêlo.

Mesmo com a presença dêstes corpos sólidos, quer na crista quer na plataforma, o escoamento mantinha-se estável. A única perturbação produzida por um corpo sólido colocado sôbre a plataforma traduzia-se na transformação da onda estacionária num ressalto, sem todavia se alterarem a forma ou as dimensões da veia.

No decorrer dos ensaios verificou-se que, variando a posição da plataforma, se obtinham veias de diferentes formas e dimensões. Pode-se, portanto, moldar a veia líquida conforme as necessidades para cada caso particular. Esta elasticidade tem a enorme vantagem de permitir dar ao descarregador e à galeria as secções mais favoráveis ao funcionamento hidráulico, e que melhor se adaptem às condições locais.

Comparando os dois tipos de descarregador, verificaram-se as seguintes vantagens a favor do do tipo Danel:

1.º O funcionamento era incomparàvelmente mais perfeito, o que permitia utilizar a galeria de derivação preexistente;

2.º Os volumes de obra eram inferiores em cêrca de 700 metros cúbicos de alvenaria e 200 metros cúbicos de excavações.

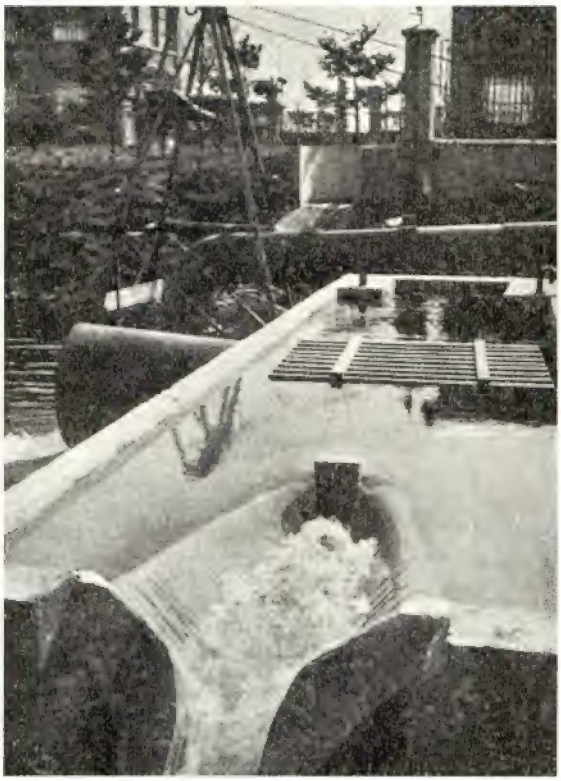


Fig. 5 — Descarregador apresentado pela S. H. E. S. modêlo na escala de 1 : 30

No entanto, antes de se optar definitivamente por esta solução, ainda foi encarada a de um descarregador em poço. Analisada esta última, para o que se compararam os resultados obtidos com os dois tipos de descarregador, verificou-se haver vantagens a favor do tipo Danel; neste a entrada da água faz-se sem turbilhões, o que não acontece nos descarregadores em poço nos quais se formam sempre os chamados «cogumelos de água» e se dá um importante arrastamento de ar, o que dificulta a entrada na galeria que, por êsse motivo, necessita de maiores dimensões. No presente caso, um descarregador em poço obrigava a maiores dimensões e a grandes volumes de excavações, que o tornavam muito mais dispendioso.

Inspirado na ideia que presidiu à realização dêste descarregador, o professor Danel criou muito recentemente um outro tipo de descarregador, não menos interessante, cujas formas permitem uma aplicação muito económica para condições locais diferentes das mais favoráveis para o estabelecimento do do tipo aqui descrito.

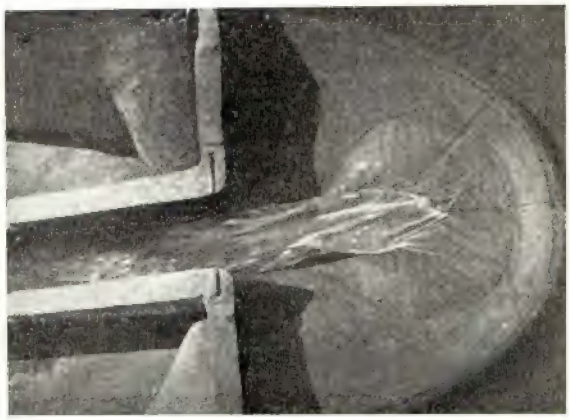


Fig. 6 — Descarregador, tipo Danel, em serviço; modêlo na escala de 1 : 30

Conclusões:

As obras destinadas à evacuação das cheias devem ser previstas com grande margem de segurança e estudadas cuidadosamente por meio de ensaios em modêlos reduzidos. As indicações fornecidas pelos ensaios permitem optar pela solução mais favorável quer sob o ponto de vista do funcionamento hidráulico quer no que respeita à economia da obra.

O descarregador do tipo Danel é de aconselhar em todos os casos em que esteja indicada a construção de um descarregador em túnel.

A elasticidade dêste tipo de obra permite tirar partido das condições mais vantajosas que pode oferecer cada caso particular.

Sob o aspecto económico êle apresenta grandes vantagens sempre que as condições topográficas locais sejam de molde a permitir a sua construção sem volumes de obra importantes.

Os elementos que me permitiram escrever esta breve notícia foram-me gentilmente fornecidos pelo distinto professor Pierre Danel, a quem apresento os meus melhores agradecimentos.

Grenoble, 4 de Junho de 1939.

Notas: I — Os «Ateliers Neyret-Beylier & Piccard Pictet» registaram as patentes dos dois tipos de descarregador criados pelo professor Danel apenas em França.

II — O desastre de Molare encontra-se muito bem descrito na revista «Anales des Ponts & Chaussées», Fevereiro de 1936.

III — Sôbre o descarregador Danel foram publicados artigos nas revistas «Jornal of the Boston Society of Civil Engineers», de Abril de 1938 e «The Engineer», de 5 de Maio de 1939.

Cálculo dos colectores de esgôto de secção circular

PELO ENG. CIVIL (I. S. T.) JOSÉ GOMES ALVAREZ

No desempenho do meu cargo oficial na Secção de Melhoramentos de Águas e Saneamento, da Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos e Eléctricos, tenho constatado que, por vezes, os projectos de saneamento submetidos à apreciação daqueles serviços não são tão completos como seria para desejar na parte respeitante ao cálculo dos colectores das rêdes de esgôto.

Êste facto deve-se por certo à falta de tabelas completas que possam facilitar os cálculos, tanto mais que a maioria das publicações que tratam dêstes problemas se encontram esgotadas e, como bem se compreende, sem o seu auxílio o trabalho torna-se moroso e incómodo.

Com êste artigo, que versa um assunto conhecido, pretendo apenas indicar um método de cálculo que me parece bastante prático e, se possível fôr, facilitar a tarefa daqueles que se dedicam à resolução dos problemas de saneamento.

Por ora, apresento apenas as tabelas destinadas ao cálculo dos colectores circulares; num futuro mais ou menos próximo, publicarei outras para as secções ovóides, pentagonais, etc.

Fórmulas gerais

O cálculo das secções dos colectores baseia-se nas fórmulas gerais do movimento uniforme dos filetes líquidos através dos canais.

Designando por:

Q, o caudal
ω, a secção de vazão
χ, o perímetro molhado dessa secção
i, o declive do trainel
V, a velocidade média de escoamento
$R = \frac{\omega}{\chi}$, o raio médio hidráulico,

as expressões gerais que ligam entre si estas quantidades, são as seguintes:

$$\begin{cases} Q = \omega \, . \, V \\ V = c \, . \sqrt{R \, . \, i} \end{cases}$$

onde c representa um coeficiente dependente do raio médio hidráulico, da rugosidade das paredes do canal, da forma da secção de vazão e do declive.

Destas expressões derivam numerosas fórmulas de aplicação, as mais conhecidas das quais são:

a nova fórmula de *Bazin*

$$V = \frac{87 \sqrt{R \, . \, i}}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}},$$

sendo γ um coeficiente dependente da natureza das paredes molhadas;

a de *Ganguillet e Kütter*

$$V = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right) \cdot \frac{n}{\sqrt{R}}} \, . \sqrt{R \, . \, i},$$

sendo n um coeficiente de rugosidade.

Porém, dada a complexidade desta fórmula, na prática utiliza-se sob a forma abreviada:

$$V = \frac{a \, . \, R \, . \sqrt{i}}{b + \sqrt{R}}$$

onde:

- a, é uma constante igual a 100;
- b, um coeficiente de rugosidade que para os colectores de esgôto tem, geralmente, o valor de 0,35.

Substituindo êstes valores na expressão anterior teremos:

$$V = \frac{100 \, R \sqrt{i}}{0{,}35 + \sqrt{R}}$$

Como se vê, estas fórmulas têm a mesma estrutura, que é afinal a da expressão geral da velocidade média, diferindo apenas entre si pelo valor atribuído ao coeficiente c daquela equação.

Método do cálculo

As tabelas que adiante veremos destinam-se ao cálculo dos colectores circulares e na sua organização empregou-se a última das fórmulas apontadas, supondo que, para cada diâmetro e declive, o escoamento se faz a plena secção, isto é, com o colector cheio mas funcionando sem pressão, como não podia deixar de ser visto tratar-se do escoamento através dum canal.

Posto isto, se representarmos por r o raio da secção de vazão, teremos:

$$\begin{cases} \omega = \pi \, . \, r^2 \\ \chi = 2 \pi r \, , \end{cases}$$

donde

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{\pi . \, r^2}{2 \pi . \, r} = 0{,}5 . \, r$$

e a fórmula da velocidade média converter-se-á em:

$$V = \frac{50 . \, r}{0{,}35 + \sqrt{0{,}5 . \, r}} \cdot \sqrt{i}$$

Substituindo r pelos valores correspondentes às secções circulares normalmente utilizadas, teremos para:

e bastará então variar o declive para se obter imediatamente os valores das velocidades e das caudais que lhe dizem respeito.

Tal foi a directriz seguida para a obtenção das tabelas.

Como a hipótese do escoamento a plena secção e sem pressão é um caso limite, que se deve evitar pois há sempre o risco de pôr o colector em carga, ao dimensionar-se as secções deve escolher-se uma tal que, para o caudal proposto, o enchimento seja apenas parcial e nesta conformidade interessa conhecer a altura da lâmina líquida e a velocidade de escoamento atingidas pelo efluente.

Consideremos um colector circular de diâmetro d, assente num trainel de declive i que manteremos constante.

Façamos variar a altura da lâmina líquida desde zero até d; calculemos as velocidades médias V_1, V_2... V_d, os caudais Q_1, Q_2... Q_d, e os cocientes:

$$\frac{Q_1}{Q_d} = a_1 \quad , \quad \frac{Q_2}{Q_d} = a_2 \, , \ldots\ldots\ldots$$

$$\frac{V_1}{V_d} = b_1 \quad , \quad \frac{V_2}{V_d} = b_2 \, , \ldots\ldots\ldots$$

Conhecidos, por exemplo, o caudal Q_x que se pretende escoar através dêsse colector, Q_d e V_d (dados pela tabela anteriormente organizada), teremos imediatamente:

$$V_x = b_x \, . \, V_d$$

$$H_x = \frac{1}{n} \, . \, d$$

$\phi = 0{,}175$ m	..... $V = 7{,}826 \sqrt{i}$, m/seg	... $Q = 0{,}02405 \times V$, mc/seg	
$\phi = 0{,}200$ »	..... $V = 8{,}716 \sqrt{i}$	..... $Q = 0{,}0314 \times V$	
$\phi = 0{,}250$ »	..... $V = 10{,}416 \sqrt{i}$	..... $Q = 0{,}04909 \times V$	
$\phi = 0{,}300$ »	..... $V = 12{,}019 \sqrt{i}$	..... $Q = 0{,}0707 \times V$	
$\phi = 0{,}350$ »	..... $V = 13{,}545 \sqrt{i}$	..... $Q = 0{,}0962 \times V$	
$\phi = 0{,}400$ »	..... $V = 15{,}015 \sqrt{i}$	..... $Q = 0{,}1257 \times V$	
$\phi = 0{,}450$ »	..... $V = 16{,}399 \sqrt{i}$	..... $Q = 0{,}1590 \times V$	
$\phi = 0{,}500$ »	..... $V = 17{,}755 \sqrt{i}$	..... $Q = 0{,}1964 \times V$	
$\phi = 0{,}550$ »	..... $V = 19{,}070 \sqrt{i}$	..... $Q = 0{,}2376 \times V$	
$\phi = 0{,}600$ »	..... $V = 20{,}352 \sqrt{i}$	..... $Q = 0{,}2827 \times V$	
$\phi = 0{,}700$ »	..... $V = 22{,}786 \sqrt{i}$	..... $Q = 0{,}3848 \times V$	
$\phi = 0{,}800$ »	..... $V = 25{,}094 \sqrt{i}$	..... $Q = 0{,}5027 \times V$	
$\phi = 0{,}900$ »	..... $V = 27{,}272 \sqrt{i}$	..... $Q = 0{,}6362 \times V$	
$\phi = 1{,}000$ »	..... $V = 29{,}411 \sqrt{i}$	..... $Q = 0{,}7854 \times V$	

A resolução analítica do problema é no entanto incómoda porque só por mero acaso o valor $a_x = \frac{Q_x}{Q_d}$ se encontrará entre aqueles que prèviamente calculamos e, conseqüentemente, para se obter b_x será necessário interpolar.

Mas se, num sistema de eixos cartezianos, marcarmos em ordenadas as diferentes alturas da lâmina líquida e em abcissas a_1, a_2, a_3..., e b_1, b_2, b_3..., disporemos de duas curvas que ràpidamente resolvem a questão.

Eis a razão da presença do diagrama neste artigo.

Sôbre êste método de cálculo convém notar o seguinte:

O raio médio hidráulico, para uma mesma relação entre a altura da lâmina líquida e o diâmetro dum colector, varia com o diâmetro escolhido, embora entre êsses valores seja possível estabelecer uma razão de proporcionalidade. Ora, como a velocidade média de escoamento é dada por uma função fraccionária do raio médio hidráulico, segue-se que, para cada diâmetro, haverá uma série de valores a_1, a_2, a_3... que apenas terá de comum com as outras séries os termos que correspondem às relações $\frac{h}{d} = 0$, $\frac{h}{d} = \frac{1}{2}$ e $\frac{h}{d} = 1$.

Para os caudais verificam-se os mesmos factos.

Portanto, para cada secção, há apenas duas curvas, uma das velocidades, outra dos caudais, que lhe são rigorosamente aplicáveis.

Todavia, como os desvios são pequenos, não cometeremos um grande êrro se, para tôdas as secções, utilizarmos as curvas respeitantes a uma delas.

Velocidades e caudais máximos

Ao referir-me aos máximos dos caudais e das velocidades, nada apresento que não seja conhecido sôbre o escoamento através dos canais.

No entanto, no caso dos colectores de esgôto, algumas conclusões interessantes se podem tirar, as quais não quero deixar de apontar.

Demostra-se, analiticamente, e os diagramas bem o revelam, que:

1.º O caudal máximo, para uma mesma secção e declive, na hipótese do escoamento ao ar livre, é atingido quando a altura da lâmina líquida ocupa 95 % da altura total.

Contudo, é prudente não contar com êste caudal máximo por corresponder a um estado de equilíbrio instável.

2.º Nas mesmas hipóteses de escoamento, o máximo da velocidade é alcançado quando a altura da lâmina líquida atinge 80 % do diâmetro.

3.º Quando a lâmina líquida ocupa metade da secção, a velocidade é já igual à que adquire o líquido quando o escoamento se faz a plena secção. Neste caso, o caudal é igual a metade do que transporta o colector quando cheio.

Destas duas conclusões resulta uma outra não menos importante:

As grandes velocidades não são sòmente provocadas pelas bátegas mais violentas, que só muito raramente se repetem, e que obrigam os colectores a funcionar a plena secção e até, por vezes, em carga; as bátegas de menor intensidade, que são muito mais freqüentes que as anteriores, podem também provocá-las.

Velocidades limites

Alguns autores indicam como mínimo da velocidade média de escoamento, para as rêdes do sistema separativo, o valor de 0,40 m/seg.

De facto, abaixo dêste valor, principia a deposição das matérias sólidas transportadas em suspensão nas águas sujas, o que provocará a obstrução das canalizações.

Outros julgam que se poderá descer até 0,30 m/seg, e defendem êste ponto de vista dizendo que a sua adopção não tem inconveniente de maior porque não se trata duma velocidade permanente e, se origina deposições, estas são apenas temporárias visto que os sólidos depositados serão novamente arrastados

durante os períodos de maior consumo de água a que corresponde um aumento do caudal das águas sujas.

Para as rêdes do sistema unitário preconiza-se o mínimo de 0,60 m/seg, pois não se deve esquecer que as águas que circulam nestas rêdes arrastam consigo as areias dos pavimentos as quais, para velocidades um pouco inferiores a 1,00 m/seg começam a depositar-se.

Quando não fôr possível dimensionar as secções dos colectores de modo a não se descer àquem dos limites apontados, e ainda quando a altura da lâmina líquida fôr inferior a 2 ou 3 centímetros, deve ser previsto o emprêgo periódico de correntes de varrer a-fim-de evitar as obstruções.

Quanto ao limite superior, as opiniões são mais variadas. Assim, quando uns apontam um máximo de 3,00 m/seg, outros propõem 2,50 m/seg, 1,80 m/seg e até 1,22 m/seg.

Há ainda quem admita velocidades de 5 e 6 m/seg nos colectores das rêdes do sistema unitário, mas sòmente quando êsses valores sejam devidos a chuvas de excepcional intensidade e curta duração.

O incoveniente das grandes velocidades persistentes reside no rápido desgaste a que ficam sujeitas as paredes dos tubos pela acção erosiva das areias transportadas em suspensão nas águas.

De todos os máximos indicados o mais geralmente aceite, e que a prudência aconselha a não ultrapassar, é o de 3,00 m/seg.

Quanto à altura máxima da lâmina líquida, o estudo do traçado em perfil dos colectores parece indicar que não deve ser superior a 0,70 do diâmetro escolhido.

De tudo o que se expoz, parece desacertado registar nas tabelas valores muito superiores aos limites apontados, mas deve ter-se em conta que uma secção pode ser aproveitada apenas parcialmente, havendo, por conseguinte, uma redução de velocidade.

*
* *

Finalmente, para fixar ideias, indicarei um problema tipo resolvido pelo método exposto:

Determinar a secção e as condições de funcionamento dum colector duma rêde de esgotos de sistema unitário, que será assente numa trincheira com um declive de 11 m. m por metro, capaz de dar vazão a um caudal de 180 l/seg em regime de máximas precipitações atmosféricas, e 12 l/seg na estiagem.

Nas tabelas, e para o declive de 11 m.m, procura-se qual o colector cujo caudal a plena secção mais se aproxima dos 180 l/seg. Encontrar-se-á que um tubo com 400 m. m de diâmetro transporta $Q_d = 197{,}95$ l/seg com uma velocidade $V_d = 1{,}57$ m/seg.

Em seguida calcula-se a relação:

$$a = \frac{Q_x}{Q_d} = \frac{180}{197{,}95} = 0{,}91$$

Entrando com êste valor em abcissas, no diagrama, determina-se qual o ponto que lhe corresponde sôbre a curva dos caudais. A horizontal que passa por êste ponto define sôbre o eixo das ordenadas a altura da lâmina líquida:

$$H_x = 0{,}74 \times d = 0{,}74 \times 40 \text{ cm} = 29{,}6 \text{ cm}$$

A intersecção da mesma horizontal com a curva das velocidades determina um ponto cuja abcissa multiplicada por V_d dará a velocidade de escoamento procurada:

$$V_x = b \times V_d = 1{,}14 \times 1{,}57 \text{ m/seg} = 1{,}79 \text{ m/seg}$$

Do mesmo modo, para o caudal $Q'_x = 12$ l/seg:

$$\frac{Q'_x}{Q_d} = \frac{12}{197{,}95} = 0{,}06 \text{ , donde:}$$

$$H'_x = 0{,}165 \times d = 0{,}165 \times 40 \text{ cm} = 6{,}6 \text{ cm} \text{ , e}$$

$$V'_x = 0{,}515 \times V_d = 0{,}515 \times 1{,}57 \text{ m/seg} = 0{,}81 \text{ m/seg.}$$

O problema pode também ser resolvido analiticamente por intermédio da tabela II, que serviu para o traçado do diagrama, mas é necessário fazer interpolações por dela não constar o valor da relação $\frac{Q_x}{Q_d}$.

Observação — Se se comparar o traçado das curvas do diagrama com as que, para a mesma secção e fórmula, se encontram publicadas nos

livros da especialidade, notar-se-á uma certa divergência que começa logo que a lâmina líquida ultrapassa metade do diâmetro do colector.

Quando pensei em organizar estas tabelas tinha decidido, de momento, aproveitar o traçado dos diagramas publicados por vários autores, ampliando-os simplesmente para facilitar a leitura.

Porém, quis certificar-me até que ponto as coordenadas indicadas correspondiam aos pontos marcados. Constatei então que, se pretendesse desenhar as curvas de acôrdo com as respectivas coordenadas, haveria regiões daquelas com inflexões tais que os seus traçados em nada se aproximariam dos que constavam dêsses diagramas.

Perante estes factos, resolvi calcular as coordenadas tomando por base a mesma secção e declive que se indicava nessas publicações.

Os resultados obtidos são os que constam da tabela II.

Os pontos definidos por essas coordenadas desenham as curvas com bastante regularidade e, pelo seu número, julgo que constituem garantia suficiente dos traçados.

$$\begin{cases} V = 7{,}826\sqrt{i} & \text{m/seg.} \\ Q = 0{,}02405 \times V & \text{m. c/seg.} \end{cases}$$

Diâmetro 175 mm.

Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.
0,5	0.18	4.21	31	1.38	33.14	71	2.09	50.16	111	2.61	62.70	151	3.04	73.14
1	0.25	5.95	32	1.40	33.67	72	2.10	50.50	112	2.62	62.99	152	3.05	73.38
1,5	0.30	7.29	33	1.42	34.19	73	2.11	50.85	113	2.63	63.27	153	3.06	73.62
2	0.35	8.42	34	1.44	34.70	74	2.13	51.19	114	2.64	63.55	154	3.07	73.86
2,5	0.39	9.41	35	1.46	35.21	75	2.14	51.54	115	2.65	63.82	155	3.08	74.10
3	0.43	10.31	36	1.48	35.71	76	2.16	51.89	116	2.67	64.10	156	3.09	74.34
3,5	0.46	11.13	37	1.51	36.20	77	2.17	52.23	117	2.68	64.38	157	3.10	74.56
4	0.49	11.90	38	1.53	36.69	78	2.19	52.56	118	2.69	64.65	158	3.11	74.81
4,5	0.52	12.63	39	1.55	37.17	79	2.20	52.90	119	2.70	64.93	159	3.12	75.05
5	0.55	13.30	40	1.57	37.64	80	2.21	53.23	120	2.71	65.20	160	3.13	75.29
5,5	0.58	13.95	41	1.58	38.11	81	2.23	53.56	121	2.72	65.48	161	3.14	75.52
6	0.61	14.58	42	1.60	38.57	82	2.24	53.90	122	2.73	65.74	162	3.15	75.75
6,5	0.63	15.17	43	1.62	39.02	83	2.25	54.22	123	2.74	66.01	163	3.16	75.99
7	0.65	15.75	44	1.64	39.48	84	2.27	54.55	124	2.76	66.28	164	3.17	76.22
7,5	0.68	16.30	45	1.66	39.92	85	2.28	54.87	125	2.77	66.54	165	3.18	76.45
8	0.70	16.84	46	1.68	40.37	86	2.30	55.19	126	2.78	66.81	166	3.19	76.68
8,5	0.72	17.35	47	1.70	40.80	87	2.31	55.51	127	2.79	67.07	167	3.20	76.91
9	0.74	17.86	48	1.71	41.24	88	2.32	55.83	128	2.80	67.34	168	3.21	77.14
9,5	0.76	18.35	49	1.73	41.66	89	2.33	56.15	129	2.81	67.60	169	3.22	77.37
10	0.78	18.82	50	1.75	42.08	90	2.35	56.46	130	2.82	67.86	170	3.23	77.60
11	0.82	19.74	51	1.77	42.50	91	2.36	56.78	131	2.83	68.12	171	3.24	77.83
12	0.86	20.62	52	1.78	42.92	92	2.37	57.09	132	2.84	68.38	172	3.25	78.06
13	0.89	21.46	53	1.80	43.33	93	2.39	57.40	133	2.85	68.64	173	3.26	78.28
14	0.93	22.27	54	1.82	43.72	94	2.40	57.70	134	2.86	68.90	174	3.265	78.51
15	0.96	23.05	55	1.84	44.13	95	2.41	58.01	135	2.88	69.15	175	3.27	78.73
16	0.99	23.81	56	1.85	44.57	96	2.42	58.32	136	2.89	69.41	176	3.28	78.96
17	1.02	24.53	57	1.87	44.93	97	2.44	58.62	137	2.90	69.67	177	3.29	79.20
18	1.05	25.25	58	1.88	45.32	98	2.45	58.92	138	2.91	69.92	178	3.30	79.41
19	1.08	25.94	59	1.90	45.71	99	2.46	59.22	139	2.92	70.17	179	3.31	79.63
20	1.11	26.62	60	1.92	46.09	100	2.47	59.51	140	2.93	70.42	180	3.32	79.85
21	1.13	27.27	61	1.93	46.49	101	2.49	59.81	141	2.94	70.67			
22	1.16	27.91	62	1.95	46.86	102	2.50	60.12	142	2.95	70.92			
23	1.19	28.54	63	1.96	47.24	103	2.51	60.40	143	2.96	71.17			
24	1.21	29.16	64	1.98	47.62	104	2.52	60.70	144	2.97	71.42			
25	1.24	29.76	65	2.00	47.99	105	2.54	60.99	145	2.98	71.67			
26	1.26	30.35	66	2.01	48.35	106	2.55	61.28	146	2.99	71.92			
27	1.29	30.93	67	2.03	48.71	107	2.56	61.57	147	3.00	72.15			
28	1.31	31.49	68	2.04	49.09	108	2.57	61.85	148	3.01	72.40			
29	1.33	32.05	69	2.06	49.44	109	2.58	62.14	149	3.02	72.65			
30	1.36	32.60	70	2.07	49.80	110	2.60	62.42	150	3.03	72.90			

$$\begin{cases} V = 8{,}716\sqrt{i} & \text{m/seg} \\ Q = 0{,}0314 \times V & \text{m. c/seg.} \end{cases}$$

Diâmetro 200 mm.

Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.
0,5	0.20	6.12	31	1.53	48.19	71	2.32	72.94	111	2.90	91.18	151	3.39	106.35
1	0.28	8.65	32	1.56	48.96	72	2.34	73.43	112	2.92	91.59	152	3.40	106.70
1,5	0.34	10.60	33	1.58	49.72	73	2.36	73.95	113	2.93	92.00	153	3.41	107.05
2	0.39	12.24	34	1.61	50.46	74	2.37	74.44	114	2.94	92.40	154	3.42	107.40
2,5	0.44	13.68	35	1.63	51.20	75	2.39	74.95	115	2.96	92.81	155	3.43	107.74
3	0.48	14.99	36	1.65	51.93	76	2.40	75.44	116	2.97	93.21	156	3.44	108.10
3,5	0.52	16.19	37	1.68	52.64	77	2.42	75.94	117	2.98	93.61	157	3.45	108.44
4	0.55	17.31	38	1.70	53.35	78	2.43	76.43	118	2.99	94.01	158	3.46	108.79
4,5	0.58	18.36	39	1.72	54.05	79	2.45	76.92	119	3.01	94.41	159	3.48	109.13
5	0.62	19.35	40	1.74	54.74	80	2.47	77.41	120	3.02	94.81	160	3.49	109.47
5,5	0.65	20.30	41	1.76	55.41	81	2.48	77.89	121	3.03	95.20	161	3.50	109.81
6	0.68	21.20	42	1.79	56.09	82	2.50	78.37	122	3.04	95.59	162	3.51	110.15
6,5	0.70	22.06	43	1.81	56.75	83	2.51	78.85	123	3.06	95.98	163	3.52	110.49
7	0.73	22.90	44	1.83	57.41	84	2.53	79.32	124	3.07	96.37	164	3.53	110.83
7,5	0.75	23.70	45	1.85	58.06	85	2.54	79.79	125	3.08	96.76	165	3.54	111.17
8	0.78	24.48	46	1.87	58.70	86	2.56	80.26	126	3.09	97.15	166	3.55	111.51
8,5	0.80	25.23	47	1.89	59.33	87	2.57	80.72	127	3.11	97.53	167	3.56	111.84
9	0.83	25.96	48	1.91	59.96	88	2.59	81.19	128	3.12	97.91	168	3.57	112.17
9,5	0.85	26.68	49	1.93	60.58	89	2.60	81.65	129	3.13	98.29	169	3.58	112 50
10	0.87	27.37	50	1.95	61.20	90	2.61	82.10	130	3.14	98.68	170	3.59	112.84
11	0.91	28.70	51	1.97	61.80	91	2.63	82.56	131	3.15	99.05	171	3.60	113.17
12	0.95	29.98	52	1.99	62.41	92	2.64	83.01	132	3.17	99.43	172	3.61	113.50
13	0.99	31.21	53	2.01	63.01	93	2.66	83.46	133	3.18	99.81	173	3.63	113.83
14	1.03	32.38	54	2.02	63.58	94	2.67	83.91	134	3.19	100.18	174	3.64	114.16
15	1.07	33.52	55	2.04	64.18	95	2.69	84.35	135	3.20	100.56	175	3.65	114.49
16	1.10	34.62	56	2.06	64.80	96	2.70	84.80	136	3.21	100.93	176	3.66	114.82
17	1.14	35,68	57	2.08	65.33	97	2.71	85.24	137	3.23	101.30	177	3.67	115.14
18	1.17	36.72	58	2.10	65.90	98	2.73	85.67	138	3.24	101.67	178	3.68	115.47
19	1.20	37.72	59	2.12	66.48	99	2.74	86.11	139	3.25	102.04	179	3.69	115.79
20	1.23	38.70	60	2.13	67.02	100	2.76	86.54	140	3.26	102.40	180	3.70	116.11
21	1.26	39.65	61	2.15	67.59	101	2.77	86.98	141	3.27	102.77			
22	1.29	40.59	62	2.17	68.15	102	2.78	87.41	142	3.28	103.13			
23	1.32	41,50	63	2.19	68.69	103	2.80	87.84	143	3.30	103.49			
24	1.35	42.40	64	2.21	69.24	104	2.81	88.26	144	3.31	103.85			
25	1.38	43.27	65	2.22	69.79	105	2.82	88.68	145	3.32	104.22			
26	1.41	44.17	66	2.24	70.31	106	2.84	89.11	146	3.33	104.57			
27	1.43	44.97	67	2.26	70.83	107	2.85	89.52	147	3.34	104.93			
28	1.46	45.79	68	2.27	71.38	108	2.86	89.94	148	3.35	105.29			
29	1.48	46.60	69	2.29	71.89	109	2.88	90.36	149	3.36	105.64			
30	1.51	47.40	70	2.31	72.42	110	2.89	90.77	150	3.38	106.00			

$$\begin{cases} V = 10{,}416\sqrt{i} & \text{m/seg.} \\ Q = 0{,}04909 \times V & \text{m. c/seg.} \end{cases}$$

Diâmetro 250 mm.

Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.
0,5	0.23	11.43	31	1.83	90.03	71	2.78	136.25	111	3.47	170.35	151	4.05	198.69
1	0.33	16.17	32	1.86	91.46	72	2.79	137.20	112	3.49	171.12	152	4.06	199.35
1,5	0.40	19.80	33	1.89	92.89	73	2.81	138.15	113	3.50	171.88	153	4.07	200.00
2	0.47	22.86	34	1.92	94.28	74	2.83	139.09	114	3.52	172.64	154	4.09	200.66
2,5	0.52	25.56	35	1.95	95.66	75	2.85	140.03	115	3.53	173.40	155	4.10	201.31
3	0.57	28.00	36	1.98	97.02	76	2.87	140.96	116	3.55	174.15	156	4.11	201.96
3,5	0.62	30.25	37	2.00	98.35	77	2.89	141.88	117	3.56	174.90	157	4.13	202.61
4	0.66	32.34	38	2.03	99.67	78	2.91	142.80	118	3.58	175.64	158	4.14	203.24
4,5	0.70	34.30	39	2.06	100.98	79	2.93	143.72	119	3.59	176.39	159	4.15	203.89
5	0.74	36.15	40	2.08	102.26	80	2.95	144.62	120	3.61	177.13	160	4.17	204.53
5,5	0.77	37.92	41	2.11	103.53	81	2.96	145.52	121	3.62	177.86	161	4.18	205.17
6	0.81	39.61	42	2.13	104.79	82	2.98	146.42	122	3.64	178.59	162	4.19	205.80
6,5	0.84	41.22	43	2.16	106.03	83	3.00	147.31	123	3.65	179.33	163	4.21	206.44
7	0.87	42.78	44	2.18	107.25	84	3.02	148.20	124	3.67	180.06	164	4.22	207.07
7,5	0.90	44.28	45	2.21	108.47	85	3.04	149.08	125	3.68	180.78	165	4.23	207.70
8	0.93	45.73	46	2.23	109.66	86	3.05	149.95	126	3.70	181.50	166	4.24	208.33
8,5	0.96	47.14	47	2.26	110.85	87	3.07	150.81	127	3.71	182.22	167	4.26	208.96
9	0.99	48.51	48	2.28	112.02	88	3.09	151.68	128	3.73	182.93	168	4.27	209.58
9,5	1.02	49.84	49	2.31	113.19	89	3.11	152.54	129	3.74	183.65	169	4.28	210.20
10	1.04	51.13	50	2.33	114.34	90	3.12	153.40	130	3.76	184.36	170	4.29	210.82
11	1.09	53.63	51	2.35	115.47	91	3.14	154.25	131	3.77	185.07	171	4.31	211.44
12	1.14	56.01	52	2.38	116.59	92	3.16	155.09	132	3.78	185.77	172	4.32	212.06
13	1.19	58.30	53	2.40	117.72	93	3.18	155.93	133	3.80	186.47	173	4.33	212.67
14	1.23	60.50	54	2.42	118.82	94	3.19	156.77	134	3.81	187.17	174	4.34	213.29
15	1.28	62.62	55	2.44	119.92	95	3.21	157.60	135	3.83	187.87	175	4.36	213.90
16	1.32	64.68	56	2.46	121.00	96	3.23	158.43	136	3.84	188.56	176	4.37	214.51
17	1.36	66.66	57	2.49	122.08	97	3.24	159.25	137	3.86	189.26	177	4.38	215.12
18	1.40	68.60	58	2.51	123.14	98	3.26	160.07	138	3.87	189.95	178	4.39	215.73
19	1.44	70.48	59	2.53	124.20	99	3.28	160.88	139	3.88	190.64	179	4.41	216.33
20	1.47	72.31	60	2.55	125.25	100	3.29	161.70	140	3.90	191.32	180	4.42	216.93
21	1.51	74.10	61	2.57	126.28	101	3.31	162.50	141	3.91	192.00			
22	1.54	75.84	62	2.59	127.32	102	3.33	163.30	142	3.93	192.68			
23	1.58	77.55	63	2.61	128.34	103	3.34	164.10	143	3.94	193.36			
24	1.61	79.21	64	2.64	129.35	104	3.36	164.90	144	3.95	194.03			
25	1.65	80.84	65	2.66	130.36	105	3.38	165.69	145	3.97	194.71			
26	1.68	82.45	66	2.68	131.36	106	3.39	166.47	146	3.98	195.38			
27	1.71	84.02	67	2.70	132.35	107	3.41	167.26	147	3.99	196.05			
28	1.74	85.56	68	2.72	133.34	108	3.42	168.04	148	4.01	196.71			
29	1.77	87.07	69	2.74	134.31	109	3.44	168.81	149	4.02	197.38			
30	1.80	88.56	70	2.76	135.28	110	3.45	169.58	150	4.03	198.03			

$$\begin{cases} V = 12{,}019\sqrt{i} & \text{m/seg.} \\ Q = 0{,}0707 \times V & \text{m. c/seg.} \end{cases}$$

Diâmetro 300 mm.

Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.
0,5	0.27	19.00	31	2.12	149.61	71	3.20	226.42	111	4.00	283.10
1	0.38	26.87	32	2.15	152.00	72	3.23	228.01	112	4.02	284.37
1,5	0.47	32.91	33	2.18	154.36	73	3.25	229.59	113	4.04	285.64
2	0.54	38.00	34	2.22	156.68	74	3.27	231.15	114	4.06	286.91
2,5	0.60	42.49	35	2.25	158.97	75	3.29	232.71	115	4.08	288.16
3	0.66	46.54	36	2.28	161.23	76	3.31	234.26	116	4.09	289.41
3,5	0.71	50.27	37	2.31	163.45	77	3.34	235.80	117	4.11	290.65
4	0.76	53.75	38	2.34	165.65	78	3.36	237.32	118	4.13	291.89
4,5	0.81	57.00	39	2.37	167.81	79	3.38	238.84	119	4.15	293.13
5	0.85	60.09	40	2.40	169.95	80	3.40	240.34	120	4.16	294.36
5,5	0.89	63.01	41	2.43	172.06	81	3.42	241.84	121	4.18	295.58
6	0.93	65.82	42	2.46	174.15	82	3.44	243.33	122	4.20	296.80
6,5	0.97	68.51	43	2.49	176.20	83	3.46	244.81	123	4.22	298.01
7	1.01	71.09	44	2.52	178.24	84	3.48	246.28	124	4.23	299.23
7,5	1.04	73.58	45	2.55	180.26	85	3.50	247.74	125	4.25	300.43
8	1.07	76.00	46	2.58	182.24	86	3.52	249.20	126	4.27	301.62
8,5	1.11	78.34	47	2.61	184.22	87	3.55	250.63	127	4.28	302.82
9	1.14	80.61	48	2.63	186.17	88	3.57	252.07	128	4.30	304.01
9,5	1.17	82.82	49	2.66	188.10	89	3.59	253.50	129	4.32	305.19
10	1.20	84.97	50	2.69	190.01	90	3.61	254.92	130	4.33	306.38
11	1.26	89.12	51	2.71	191.90	91	3.63	256.33	131	4.35	307.56
12	1.32	93.08	52	2.74	193.77	92	3.65	257.74	132	4.37	308.73
13	1.37	96.89	53	2.77	195.63	93	3.67	259.14	133	4.38	309.89
14	1.42	100.54	54	2.79	197.46	94	3.68	260.52	134	4.40	311.06
15	1.47	104.07	55	2.82	199.28	95	3.70	261.91	135	4.42	312.21
16	1.52	107.48	56	2.84	201.08	96	3.72	263.28	136	4.43	313.37
17	1.57	110.79	57	2.87	202.87	97	3.74	264.65	137	4.45	314.52
18	1.61	114.00	58	2.89	204.64	98	3.76	266.01	138	4.46	315.66
19	1.66	117.33	59	2.92	206.40	99	3.78	267.36	139	4.48	316.81
20	1.70	120.17	60	2.94	208.14	100	3.80	268.71	140	4.50	317.94
21	1.74	123.14	61	2.97	209.87	101	3.82	270.05	141	4.51	319.08
22	1.78	126.03	62	2.99	211.58	102	3.84	271.38	142	4.53	320.21
23	1.82	128.87	63	3.02	213.29	103	3.86	272.71	143	4.54	321.33
24	1.86	131.64	64	3.04	214.97	104	3.88	274.03	144	4.56	322.45
25	1.90	134.35	65	3.06	216.64	105	3.89	275.35	145	4.58	323.57
26	1.94	137.01	66	3.09	218.30	106	3.91	276.66	146	4.59	324.69
27	1.97	139.63	67	3.11	219.95	107	3.93	277.96	147	4.61	325.80
28	2.01	142.18	68	3.13	221.59	108	3.95	279.25	148	4.62	326.90
29	2.05	144.70	69	3.16	223.21	109	3.97	280.54	149	4.64	328.01
30	2.08	147.18	70	3.18	224.82	110	3.99	281.82	150	4.65	329.11

$V = 13{,}545 \sqrt{i}$ m/seg.
$Q = 0{,}0962 \times V$ m. c/seg.

Diâmetro 350 mm.

Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.
0,5	0.30	29.14	31	2.38	229.42	71	3.61	347.21
1	0.43	41.20	32	2.42	233.08	72	3.63	349.64
1,5	0.52	50.47	33	2.46	236.71	73	3.66	352.07
2	0.61	58.27	34	2.50	240.27	74	3.68	354.46
2,5	0.68	65.15	35	2.53	243.77	75	3.71	356.85
3	0.74	71.37	36	2.57	247.24	76	3.73	359.22
3,5	0.80	77.09	37	2.61	250.64	77	3.76	361.58
4	0.86	82.42	38	2.64	254.01	78	3.78	363.91
4,5	0.91	87.41	39	2.67	257.32	79	3.81	366.24
5	0.96	92.14	40	2.71	260.61	80	3.83	368.55
5,5	1.00	96.63	41	2.74	263.84	81	3.85	370.84
6	1.05	100.93	42	2.78	267.04	82	3.88	373.14
6,5	1.09	105.05	43	2.81	270.20	83	3.90	375.40
7	1.13	109.01	44	2.84	273.32	84	3.93	377.66
7,5	1.17	112.84	45	2.87	276.41	85	3.95	379.90
8	1.21	116.54	46	2.90	279.46	86	3.97	382.13
8,5	1.25	120.12	47	2.94	282.48	87	4.00	384.33
9	1.29	123.62	48	2.97	285.48	88	4.02	386.54
9,5	1.32	127.01	49	3.00	288.44	89	4.04	388.73
10	1.35	130.30	50	3.03	291.37	90	4.06	390.91
11	1.42	136.66	51	3.06	294.26	91	4.09	393.07
12	1.48	142.73	52	3.09	297.13	92	4.11	395.23
13	1.54	148.57	53	3.12	299.98	93	4.13	397.37
14	1.60	154.17	54	3.15	302.78	94	4.15	399.50
15	1.66	159.58	55	3.18	305.59	95	4.17	401.62
16	1.71	164.82	56	3.21	308.35	96	4.20	403.73
17	1.77	169.89	57	3.23	311.10	97	4.22	405.83
18	1.82	174.81	58	3.26	313.81	98	4.24	407.91
19	1.87	179.61	59	3.29	316.51	99	4.26	409.99
20	1.92	184.27	60	3.32	319.18	100	4.28	412.06
21	1.96	188.82	61	3.35	321.82	101	4.30	414.10
22	2.01	193.26	62	3.37	324.45	102	4.33	416.15
23	2.05	197.62	63	3.40	327.06	103	4.35	418.19
24	2.10	201.87	64	3.43	329.64	104	4.37	420.21
25	2.14	206.02	65	3.45	332.21	105	4.39	422.23
26	2.19	210.33	66	3.48	334.75	106	4.41	424.24
27	2.23	214.11	67	3.51	337.28	107	4.43	426.23
28	2.27	218.04	68	3.53	339.79	108	4.45	428.21
29	2.31	221.89	69	3.56	342.28	109	4.47	430.19
30	2.35	225.70	70	3.58	344.74	110	4.49	432.16

$V = 15{,}015 \sqrt{i}$ m/seg.
$Q = 0{,}1257 \times V$ m. c/seg.

Diâmetro 400 mm.

Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.
0,5	0.34	42.20	31	2.64	332.31	71	4.00	502.91
1	0.47	59.68	32	2.69	337.62	72	4.03	506.44
1,5	0.58	73.10	33	2.73	342.86	73	4.06	509.95
2	0.67	84.40	34	2.77	348.01	74	4.08	513.43
2,5	0 75	94.37	35	2.81	353.09	75	4.11	516.88
3	0.82	103.37	36	2.85	358.11	76	4.14	520.31
3,5	0.89	111.66	37	2.89	363.04	77	4.17	523.73
4	0.95	119.38	38	2.93	367.93	78	4.19	527.11
4,5	1.01	126.61	39	2.97	372.72	79	4.22	530.49
5	1.06	133.46	40	3.00	377.48	80	4.25	533.83
5,5	1.11	139.97	41	3.04	382.16	81	4.27	537.15
6	1.16	146.20	42	3.08	386.80	82	4.30	540.47
6,5	1.21	152.16	43	3.11	391.37	83	4.33	543.76
7	1.26	157.90	44	3.15	395.90	84	4.35	547.02
7,5	1.30	163.45	45	3.19	400.37	85	4.38	550.27
8	1.34	168.81	46	3.22	404.79	86	4.40	553.49
8,5	1.38	174.00	47	3.26	409.17	87	4.43	556.68
9	1.42	179.06	48	3.29	413.51	88	4.45	559.89
9,5	1.46	183.96	49	3.32	417.79	89	4.48	563.06
10	1.50	188.74	50	3.36	422.04	90	4.50	566.22
11	1.57	197.95	51	3.39	426.23	91	4.53	569.35
12	1.64	206.74	52	3.42	430.38	92	4.55	572.48
13	1.71	215.20	53	3.46	434.51	93	4.58	575.58
14	1.78	223.32	54	3.49	438.57	94	4.60	578.65
15	1.84	231.15	55	3.52	442.63	95	4.63	581.73
16	1.90	238.74	56	3.55	446.63	96	4.65	584.79
17	1.96	246.08	57	3.58	450.61	97	4.68	587.83
18	2.01	253.21	58	3.62	454.54	98	4.70	590.85
19	2.07	260.16	59	3.65	458.45	99	4.72	593.85
20	2.12	266.91	60	3.68	462.31	100	4.75	596.85
21	2.18	273.50	61	3.71	466.15	101	4.77	599,81
22	2.23	279.94	62	3.74	469.95	102	4.80	602.77
23	2.28	286.24	63	3.77	473.73	103	4.82	605.74
24	2.33	292.39	64	3.80	477.47	104	4.84	608.66
25	2.37	298.41	65	3.83	481.19	105	4.87	611.59
26	2.42	304.32	66	3.86	484.87	106	4.89	614.49
27	2.47	310.13	67	3.89	488.53	107	4.91	617.38
28	2.51	315.82	68	3.92	492.17	108	4.93	620.25
29	2.56	321.40	69	3.94	495.78	109	4.96	623.12
30	2.60	326.91	70	3.97	499.35	110	4.98	625.97

$V = 16{,}399 \sqrt{i}$ m/seg.
$Q = 0{,}1590 \times V$ m. c/seg.

Diâmetro 450 mm.

Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.
0.5	0.38	58.3	21	2.38	378.4	51	3.70	588.3
1	0.52	82.4	22	2.43	386.8	52	3.74	594.5
1.5	0.64	101.0	23	2.49	395.9	53	3.78	600.2
2	0.73	116.7	24	2.54	403.9	54	3.81	605.6
2.5	0.82	130.5	25	2.59	412.3	55	3.85	611.4
3	0.90	143.0	26	2.64	420.4	56	3.88	616.9
3,5	0.97	154.2	27	2.69	428.5	57	3.91	621.7
4	1.04	165.4	28	2.74	435.7	58	3.95	627.8
4,5	1.10	174.9	29	2.79	444.0	59	3.98	632.8
5	1.16	184.4	30	2.84	451.6	60	4.02	639.2
5,5	1.22	193.3	31	2.88	459.0	61	4.05	643.9
6	1.27	201.9	32	2.93	465.9	62	4.08	648.7
6,5	1.32	209.9	33	2.98	473.7	63	4.11	653.5
7	1.37	217.8	34	3.02	480.7	64	4.15	659.5
7,5	1.42	225.8	35	3.07	487.8	65	4.18	664.6
8	1.47	233.3	36	3.11	494.7	66	4.21	669.4
8,5	1.51	240.1	37	3.15	500.9	67	4.24	674.6
9	1.56	247.3	38	3.20	508.3	68	4.28	679.9
9,5	1.60	254.0	39	3.24	514.8	69	4.31	685.2
10	1.64	260.8	40	3.28	521.5	70	4.34	690.0
11	1.72	273.5	41	3.32	527.9	71	4.37	694.8
12	1.80	285.6	42	3.36	534.2	72	4.40	699.6
13	1.87	297.3	43	3.40	540.6	73	4.43	704.4
14	1.94	308.5	44	3.44	546.9	74	4.46	709.1
15	2.01	319.4	45	3.48	552.8	75	4.49	713.9
16	2.07	329.1	46	3.52	559.0	76	4.52	718.7
17	2.14	340.3	47	3.56	565.2	77	4.55	723.5
18	2.20	349.8	48	3.59	570.8	78	4.58	728.2
19	2.26	359.3	49	3.63	577.2	79	4.61	732.8
20	2.32	368.7	50	3.67	583.1	80	4.64	737.4

Diâmetro 500 mm.

$V = 17{,}755 \sqrt{i}$ m/seg
$Q = 0{,}1964 \times V$ m.c/seg

Declives mm/m	Velocidades m/seg	Caudais l/seg	Declives mm/m	Velocidades m/seg	Caudais l/seg
0,5	0.40	77.9	31	3.13	614.0
1	0.56	110.3	32	3.18	623.8
1,5	0.69	135.1	33	3.23	633.5
2	0.79	155.9	34	3.27	643.0
2,5	0.89	174.4	35	3.32	652.4
3	0.97	191.0	36	3.37	661.6
3,5	1.05	206.3	37	3.42	670.7
4	1.12	220.6	38	3.46	679.8
4,5	1.19	233.9	39	3.51	688.6
5	1.26	246.6	40	3.55	697.4
5,5	1.32	258.6	41	3.60	706.1
6	1.38	270.1	42	3.64	714.6
6,5	1.43	281.3	43	3.68	723.1
7	1.49	291.7	44	3.72	731.5
7,5	1.54	302.0	45	3.77	739.7
8	1.59	311.9	46	3.81	747.9
8,5	1.64	321.5	47	3.85	756.0
9	1.68	330.8	48	3.89	764.0
9,5	1.73	339.9	49	3.93	772.0
10	1.78	348.7	50	3.97	779.8
11	1.86	365.7	51	4.01	787.5
12	1.94	382.0	52	4.05	795.2
13	2.02	397.6	53	4.09	802.8
14	2.10	412.6	54	4.13	810.3
15	2.17	427.1	55	4.16	817.8
16	2.25	441.1	56	4.20	825.2
17	2.31	454.7	57	4.24	832.5
18	2.38	467.8	58	4.28	839,8
19	2.45	480.7	59	4.31	847.0
20	2.51	493.1	60	4.35	854.2
21	2.57	505.3	61	4.39	861.2
22	2.63	517.2	62	4.42	868.3
23	2.69	528.9	63	4.46	875.3
24	2.75	540.2	64	4.49	882.2
25	2.81	551.3	65	4.53	889.0
26	2.86	562.3	66	4.56	895.8
27	2.92	573.0	67	4.60	902.6
28	2.97	583.5	68	4.63	909.3
29	3.02	593.8	69	4.66	916.0
30	3.08	604.0	70	4.70	922.6

Diâmetro 550 mm.

$V = 19{,}070 \sqrt{i}$ m/seg
$Q = 0{,}2376 \times V$ m. c/seg.

Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg
0,5	0.43	101.3	31	3.36	797.8
1	0.61	143.3	32	3.41	810.5
1,5	0.74	175.5	33	3.46	823.1
2	0.85	202.6	34	3.52	835.5
2,5	0.95	226.6	35	3.57	847.7
3	1.04	248.2	36	3.62	859.7
3,5	1.43	268.1	37	3.67	871.5
4	1.21	286.6	38	3.72	883.3
4,5	1.28	303.9	39	3.77	894.8
5	1.35	320.4	40	3.81	906.2
5,5	1.41	336.0	41	3.86	917.4
6	1.48	351.0	42	3.91	928.6
6,5	1.54	365.3	43	3.95	939.6
7	1.60	379.1	44	4.00	950.4
7,5	1.65	392.4	45	4.05	961.2
8	1.71	405.3	46	4.09	971.8
8,5	1.76	417.7	47	4.13	982.3
9	1.81	429.9	48	4.18	992.7
9,5	1.86	441.6	49	4.22	1003.0
10	1.91	453.1	50	4.26	1013.2
11	2.00	475.2	51	4.31	1023.2
12	2.09	496.3	52	4.35	1033.2
13	2.17	516.6	53	4.39	1043.1
14	2.26	536.1	54	4.43	1052.9
15	2.34	554.9	55	4.47	1062.6
16	2.41	573.:	56	4.51	1072.2
17	2.49	590.8	57	4.55	1081.8
18	2.56	607.9	58	4.59	1091.2
19	2.63	624.6	59	4.63	1100.6
20	2.70	640.8	60	4.67	1109.9
21	2.76	656.9			
22	2.83	672.0			
23	2.89	687.2			
24	2.95	702.0			
25	3.02	716.4			
26	3.07	730.6			
27	3.13	744.5			
28	3.19	758.2			
29	3.25	771.6			
30	3.30	784.8			

Diâmetro 600 mm.

$V = 20{,}352 \sqrt{i}$ m/seg.
$Q = 0{,}2827 \times V$ m. c/seg.

Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.
0,5	0.46	128.7	21	2.95	833.7
1	0.64	181.9	22	3.02	853.4
1,5	0.79	222.8	23	3.09	872.6
2	0.91	257.3	24	3.15	891.3
2,5	1.02	287.7	25	3.22	909.7
3	1.11	315.1	26	3.28	927.7
3,5	1.20	340.4	27	3.34	945.4
4	1.29	363.9	28	3.41	962.7
4,5	1.37	386.0	29	3.47	979.8
5	1.44	406.8	30	3.53	996.6
5,5	1.51	426.7	31	3.58	1013.0
6	1.58	445.7	32	3.64	1029.2
6,5	1.64	463.9	33	3.70	1045.2
7	1.70	481.3	34	3.75	1060.9
7,5	1.76	498.3	35	3.81	1076.4
8	1.82	514.6	36	3.86	1091.7
8,5	1.88	530.4	37	3.91	1106.7
9	1.93	545.8	38	3.97	1121.6
9,5	1.98	560.8	39	4.02	1136.2
10	2.04	575.4	40	4.07	1150.7
11	2.13	603.4	41	4.12	1164.5
12	2.23	630.2	42	4.17	1179.1
13	2.32	656.0	43	4.22	1193.0
14	2.41	680.8	44	4.27	1206.9
15	2.49	704.6	45	4.32	1220.5
16	2.57	727.8	46	4.36	1234.0
17	2.65	750.1	47	4.41	1247.3
18	2.73	771.9	48	4.46	1260.5
19	2.81	793.1	49	4.51	1273.6
20	2.88	813.7	50	4.55	1286.5

Diâmetro 700 mm.

$V = 22{,}786 \sqrt{i}$ m/seg.
$Q = 0{,}3848 \times V$ m. c/seg.

Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.	Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.
0,5	0.51	196.1	21	3.30	1270.6
1	0.72	277.2	22	3.38	1300.5
1,5	0.88	339.6	23	3.46	1329.8
2	1.02	392.1	24	3.53	1358.3
2,5	1.14	438.4	25	3.60	1386.3
3	1.25	480.2	26	3.67	1413.8
3,5	1.35	518.7	27	3.74	1440.8
4	1.44	554.6	28	3.81	1467.2
4,5	1.53	588.2	29	3.88	1493.1
5	1.61	620.0	30	3.95	1518.7
5,5	1.69	650.2	31	4.01	1543.8
6	1.77	679.2	32	4.08	1568.4
6,5	1.84	706.9	33	4.14	1592.8
7	1.91	733.5	34	4.20	1616.7
7,5	1.97	759.3	35	4.26	1640.3
8	2.04	784.2	36	4.32	1663.7
8,5	2.10	808.3	37	4.38	1686.5
9	2.16	831.8	38	4.44	1709.2
9,5	2.22	854.6	39	4.50	1731.5
10	2.28	876.8	40	4.56	1753.6
11	2.39	919.6			
12	2.50	960.5			
13	2.60	999.7			
14	2.70	1037.4			
15	2.79	1073.8			
16	2.88	1109.1			
17	2.97	1143.2			
18	3.06	1176.3			
19	3.14	1208.6			
20	3.22	1240.0			

Diâmetro 800 mm.

$V = 25{,}094 \sqrt{i}$ m/seg.
$Q = 0{,}5027 \times V$ m. c/seg.

Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.
0,5	0.56	282.0
1	0.79	398.8
1,5	0.97	488.5
2	1.12	564.1
2,5	1.25	630.7
3	1.37	690.8
3,5	1.48	746.2
4	1.59	797.8
4,5	1.68	846.1
5	1.77	891.9
5,5	1.86	935.4
6	1.94	977.0
6,5	2.02	1016.9
7	2.10	1055.2
7,5	2.17	1092.3
8	2.24	1128.2
8,5	2.31	1162.8
9	2.38	1196.6
9,5	2.45	1229.4
10	2.51	1261.3
11	2.63	1322.9
12	2.75	1381.7
13	2.86	1438.2
14	2.97	1492.4
15	3.07	1544.8
16	3.17	1595.5
17	3.27	1644.5
18	3.37	1692.2
19	3.46	1738.6
20	3.55	1783.8
21	3.64	1827.8
22	3.72	1870.8
23	3.81	1913.0
24	3.89	1954.0
25	3.97	1994.3
26	4.05	2033.8
27	4.12	2072.7
28	4.20	2110.6
29	4.27	2148.0
30	4.35	2184.8

Diâmetro 900 mm.

$V = 27{,}272 \sqrt{i}$ m/seg.
$Q = 0{,}6362 \times V$ m. c/seg.

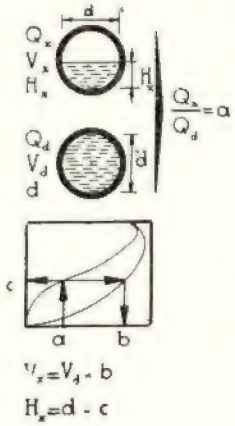
Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.
0,5	0.61	387.9
1	0.86	548.6
1,5	1.06	672.0
2	1.22	775.9
2,5	1.36	867.5
3	1.49	950.2
3,5	1.61	1026.4
4	1.72	1097.4
4,5	1.83	1163.8
5	1.93	1226.8
5,5	2.02	1286.6
6	2.11	1343.9
6,5	2.20	1398.7
7	2.28	1451.5
7,5	2.36	1502.5
8	2.44	1551.8
8,5	2.51	1599.5
9	2.59	1646.0
9,5	2.66	1691.0
10	2.73	1735.0
11	2.86	1819.6
12	2.99	1900.5
13	3.11	1978.2
14	3.23	2052.8
15	3.34	2124.8
16	3.45	2194.6
17	3.56	2262.0
18	3.66	2327.6
19	3.76	2391.5
20	3.86	2453.6
21	3.95	2514.1
22	4.04	2573.3
23	4.14	2631.2
24	4.22	2687.8
25	4.31	2743.1
26	4.40	2797.5
27	4.48	2851.0
28	4.56	2903.1
29	4.64	2954.5
30	4.72	3005.1

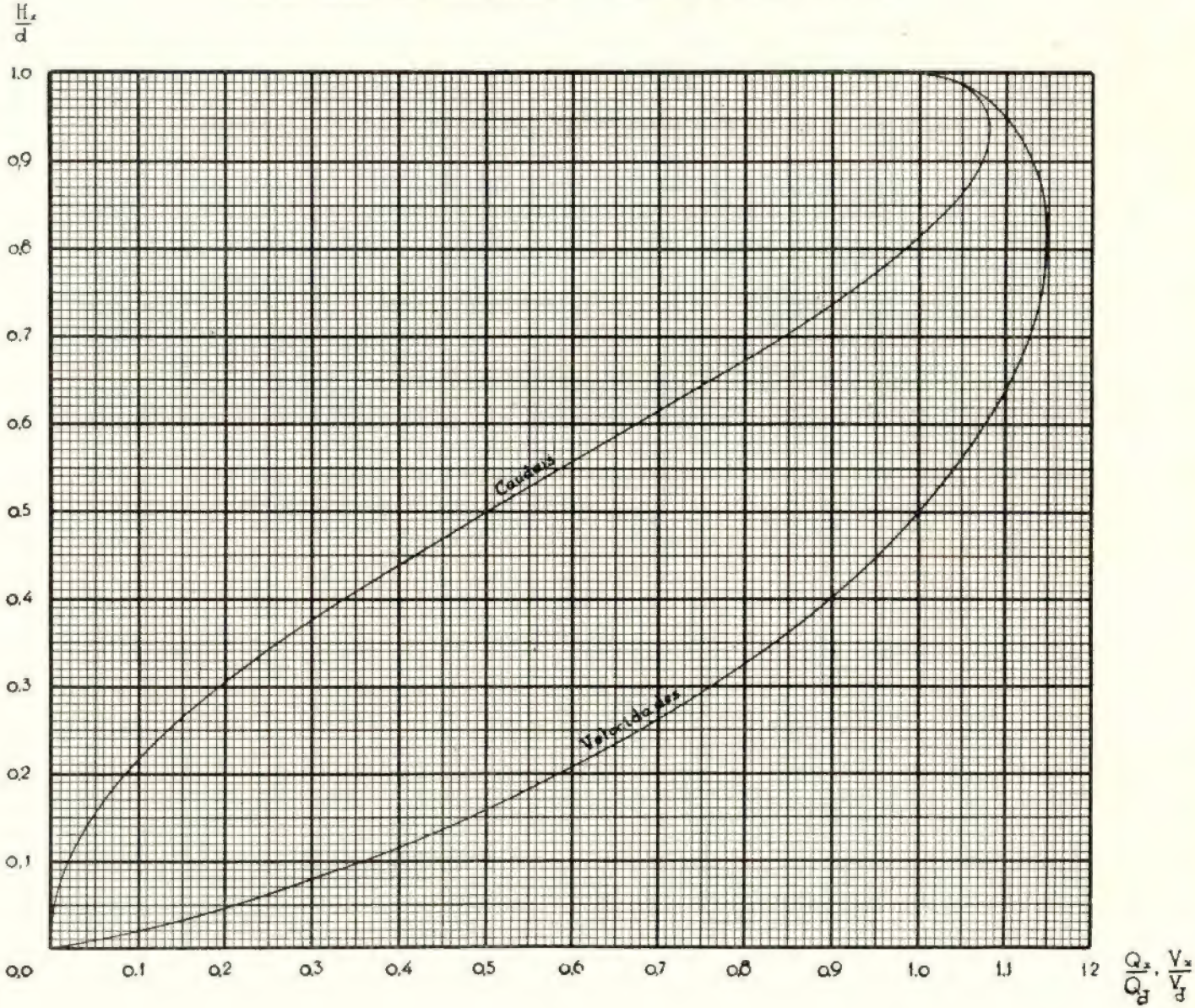
Diâmetro 1000 mm.

$V = 29{,}411 \sqrt{i}$ m./seg.
$Q = 0{,}7854 \times V$ m. c/seg.

Declives mm/m	Velocidades m/seg.	Caudais l/seg.
0,5	0.66	516.5
1	0.93	730.4
1,5	1.14	894.6
2	1.32	1033.0
2,5	1.47	1155.0
3	1.61	1265.2
3,5	1.74	1366.6
4	1.86	1461.0
4,5	1.97	1549.5
5	2.08	1633.4
5,5	2.18	1713.0
6	2.28	1789.3
6,5	2.37	1862.3
7	2.46	1932.5
7,5	2.55	2000.4
8	2.63	2066.0
8,5	2.71	2129.5
9	2.79	2191.4
9,5	2.87	2251.5
10	2.94	2310.1
11	3.08	2422.7
12	3.22	2530.3
13	3.35	2633.8
14	3.48	2733.1
15	3.60	2829.0
16	3.72	2921.8
17	3.83	3011.7
18	3.95	3099.0
19	4.05	3184.0
20	4.16	3266.7

COLECTORES CIRCULARES





Elementos de cálculo e condições de escoamento num colector circular de $\phi = 1^m,00$, para diferentes alturas da lâmina líquida e num trainel de declive igual a 10 mm/m. Fórmula de Kutter para b = 0,35 :

$$Q = V.\omega, \quad V = \frac{100\ R\sqrt{i}}{0{,}35 + \sqrt{R}}$$

Altura da lâmina líquida h	Secção de vazão S	Perímetro molhado χ	Ráio médio hidráulico R	Velocidade média de escoamento V	Caudal Q	$\frac{Q_{h=\frac{d}{n}}}{Q_{h=d}}$	$\frac{V_{h=\frac{d}{n}}}{V_{h=d}}$
m	m²	m	m	m/seg.	l/seg		
0.025	0.005225	0.3175	0.01645	0.344	1.797	0.00078	0.117
0.05	0.014675	0.4510	0.03255	0.614	9.010	0.0039	0.209
0.075	0.026750	0.5550	0.04825	0.847	22.657	0.0098	0.288
0.10	0.040875	0.6435	0.06365	1.057	43.205	0.0187	0.359
0.125	0.056675	0.7225	0.07875	1.249	70.787	0.031	0.425
0.15	0.073875	0.7955	0.09285	1.418	104.755	0.045	0.482
0.175	0.092500	0.8630	0.10700	1.580	146.150	0.063	0.537
0.20	0.111750	0.9275	0.12050	1.729	193.216	0.084	0.588
0.225	0.132250	0.9885	0.13400	1.872	247.572	0.107	0.637
0.25	0.153500	1.0470	0.14650	2.001	307.154	0.133	0.680
0.275	0.175500	1.1040	0.16350	2.168	380.484	0.165	0.737
0.30	0.198250	1.1595	0.17100	2.241	444.278	0.192	0.762
0.325	0.221250	1.2130	0.18250	2.349	519.716	0.225	0.799
0.35	0.245000	1.2660	0.19350	2.450	600.250	0.260	0.833
0.375	0.268750	1.3150	0.20400	2.547	684.506	0.296	0.866
0.40	0,293250	1.3695	0.21450	2.638	773.594	0.335	0.897
0.425	0.318000	1.4200	0.22400	2.722	865.596	0.375	0.926
0.45	0.342750	1.4705	0.23400	2.809	962.785	0.417	0.955
0.475	0.367750	1.5210	0.24200	2.874	1056.914	0.458	0.977
0.50	0.392750	1.5708	0.25000	2.941	1155.078	0.500	1.000
0.525	0.417750	1.6205	0.25750	3.003	1254.503	0.543	1.021
0.55	0,442750	1.6710	0.26500	3.067	1357.914	0 588	1.043
0.575	0.467500	1.7215	0.27400	3.139	1467.483	0.635	1.067
0.60	0.492250	1.7720	0.27750	3.164	1557.479	0.674	1.076
0.625	0.516750	1.8265	0.28300	3.209	1658.251	0.718	1.091
0.65	0.540500	1.8755	0.28800	3.251	1757.166	0.761	1.105
0.675	0.564250	1.9285	0.29250	3.283	1852.433	0.802	1.116
0.70	0.587250	1.9820	0.29650	3.317	1947.908	0.843	1.128
0.725	0.612250	2.0375	0.29900	3.337	2043.078	0.884	1.135
0.75	0.632000	2.0945	0.30150	3.353	2119.096	0.917	1.140
0.775	0.653250	2.1535	0.30350	3.368	2200.146	0.952	1.145
0.80	0.673500	2.2140	0.30400	3.374	2272.389	0.984	1.147
0.825	0.693250	2.2785	0.30400	3.374	2339.026	1.012	1.147
0.85	0.711500	2.3460	0.30350	3.368	2396.332	1.037	1.145
0.875	0.728750	2.4190	0.30100	3.351	2442.041	1.057	1.139
0.90	0.744500	2.4980	0.29850	3.331	2479.930	1.073	1.133
0.925	0.758750	2.5865	0.29350	3.291	2497.046	1.081	1.119
0.95	0.770750	2.6905	0.28650	3.237	2494.918	1.080	1.101
0.975	0.780250	2.8240	0.27650	3.160	2465.590	1.067	1.074
1.00	0.785500	3.1416	0.25000	2.941	2310.156	1.000	1.000

ASSUNTOS DE ESTRADAS

A eliminação das passagens de nível

PELO ENG. CIVIL I. S. T. JOSÉ GUEDES **PINTO MACHADO**

A — **Definições**

Probabilidades dum acidente — Diz-se *probabilidade dum acidente* o número provável de acidentes de vulto ocorridos no período dum ano.

Êste número determina-se dividindo o *índice de perigo* por uma certa quantidade deduzida duma grande série de dados estatísticos e que parece boa norma tomar-se entre os limites,

passagem sem qualquer protecção...	125.000
passagem com guarda	700.000

reservando-se os valores intermédios 500.000 e 250.000 para as passagens sem guarda mas com sinalização automática respectivamente, luminoso no primeiro caso e sem o ser no segundo.

Índice de perigo — Diz-se *índice de perigo* o produto dos factores,

tráfego médio na estrada no dia de 24 horas,
coeficiente relativo ao tráfego médio na via do mesmo período,
coeficiente indicativo da visibilidade,
coeficiente indicativo das condições de acesso à passagem.

O *tráfego médio na estrada no dia de 24 horas,* determina-se interpretando, à luz de certas regras de carácter mais ou menos geral deduzidas de características feitas com maior freqüência sôbre certas estradas, os dados estatísticos colhidos pelos cantoneiros em certos dias do ano. Assim o *tráfego médio duma estrada num dia de 24 horas* encaixa-se normalmente entre 70 a 90 % do valor da média dos tráfegos obtidos nas 12 horas diárias duma 6.ª feira e dum sábado consecutivos do mês de maior tráfego no ano, reservando-se o uso das percentagens mais elevadas para as estradas onde predomina o trânsito local.

Também a variação anual do tráfego, quando não seja alterada no seu curso normal pela construção de novas estradas, obedece a uma certa lei de tipo parabólico em que o seu valor decresce à medida que a saturação do mercado em automóveis se vai acentuando; nas actuais condições de saturação creio que entre nós se poderá tomar o tráfego médio num futuro de 50 anos igual a 170% do actual e apenas 150% num futuro de 15 anos.

O *factor relativo ao tráfego médio no caminho de ferro no dia de 24 horas,* determina-se fazendo a soma dos produtos do número de combóios das diversas categorias por certos coeficientes que abaixo se indicam:

A unidade para os combóios de passageiros que passam pela passagem a plena velocidade,
0,25 para os combóios de passageiros cuja paragem se dá próximo dela,
0,50 para os combóios de mercadorias que passam por ela a plena velocidade,
0,25 para combóios de mercadorias cuja paragem se dá próximo dela.

O *factor indicativo da visibilidade* é um coeficiente igual à unidade se em ambas as direcções o condutor colocado na estrada a 20 metros de distância da passagem quer dum quer doutro lado da via puder ver, tanto para a sua direita como para a sua esquerda um mínimo de 150 metros de via. Êste coeficiente será tomado respectivamente igual a 1,1, 1,2, 1,3 e 1,4 se à distância indicada o condutor não

puder ver os 150 metros de via, numa, duas, três ou quatro posições diferentes.

O *factor indicativo das condições de aproximação* é um coeficiente que varia entre a unidade que corresponde a uma aproximação com boas condições de ambos os lados e, 1,2 que indicará as piores condições; êste factor depende principalmente do traçado, da localização dos sinais indicativos da passagem e da aderência do pavimento.

B — **Ordem de importância**

Se as dotações orçamentais não fôssem em regra deminutas em relação às necessidades, a ordem mais conveniente na eliminação das passagens de nível seria a expressa na sucessão decrescente dos índices de perigo. Como isso nunca se dá, a ordem que dentro da verba concedida maior quantidade de perigo elimina, é a da sucessão crescente dos valores dos cocientes, entre o custo da eliminação da passagem e o número indicativo do seu índice de perigo.

O conhecimento desta ordem é da maior importância na organização dum programa de trabalhos.

C — **Estudo económico**

Desde que não esteja estabelecida a ordem de preferência das diversas eliminações ou sempre que queiramos ter ideia da importância que em absoluto reveste uma certa eliminação, teremos que proceder ao seu estudo económico comparando o custo da sua execução com o encargo que a sociedade por êsse facto deixa de ter. Êsse encargo tem por valor anual o produto da probabilidade dum acidente pelo prejuízo médio, em escudos, dum acidente de vulto, acrescido do gasto com a sinalização e o dos salários com os guardas se os houver. Se o capital correspondente a êste encargo fôr superior ao custo da supressão a sua execução recomenda-se, no caso contrário não é urgente.

D — **Exemplo**

Dados:

passagem de nível — com guarda.

tráfego na estrada — 1000 veículos (média dos valores obtidos nas 12 horas duma sexta-feira e dum sábado consecutivos do mês de Agôsto).

tráfego de via — Dezóito combóios; de passageiros doze, dos quais oito param perto da passagem; de mercadorias seis.

indicativo de visibilidade — O factor indicativo de visibilidade é 1,1 porque a 20 metros da passagem apenas numa posição o condutor não vê 150 metros de via.

indicativo das condições de acesso à passagem — O factor indicativo das condições de acesso à passagem estimou-se numa visita ao local igual à unidade.

orçamento para a eliminação da passagem — em números redondos a obra ficou orçamentada em 400.000$00.

Estudo —

índice de perigo:

O tráfego médio actual na estrada no dia de 24 horas é $0{,}8 \times 1000 = 800$ veículos.

O tráfego médio provável durante os próximos 50 anos é de $170\ \% \times 800 = 1400$ veículos por isso que durante êste período não são prováveis novas construções que modifiquem sensivelmente a distribuïção actual do trânsito.

O factor do tráfego na via é

$$4 \times 1 + 8 \times 0{,}25 + 6 \times 0{,}25 = 7{,}5$$

visto que não é provável desenvolver-se êste sistema de transporte.

O índice de perigo desta passagem será portanto

$$1400 \times 7{,}5 \times 1{,}1 \times 1 = 11550$$

prioridade relativa:

é dado pela posição que ocupa na escala geral o cociente entre o custo da obra e o seu índice de perigo

$$\frac{400.000\$00}{11550} = 34\$63;$$

os números menores indicam as eliminações mais urgentes.

probabilidade dum acidente:

é igual a

$$p = \frac{11550}{700.000} = 0{,}0165 \text{ (acidentes por ano)}$$

por isso que a passagem tem guarda; seria de

$$p = \frac{11550}{125.000} = 0{,}0924$$

Se não houvesse guarda nem sinalização. No primeiro caso é de prever em média um desastre de vulto em cada período de sessenta anos e no segundo a mesma quantidade por cada período de onze anos.

estudo económico:

admitindo que o prejuizo da sociedade com um desastre de vulto é em média de 250.000$00 o encargo anual, é para a passagem com guarda de

salário	2.500$00
alojamento e pinturas	500$00
proveniente dos desastres 0,0165 × × 250.000$00	4.125$00
	7.125$00

que ao juro de 5 % corresponde a um capital de

$$20 \times 7.125\$00 = 142.500\$00$$

cuja comparação com o custo da eliminação mostra não ser por ora indicado efectuá-la. Se não houvesse guardas na passagem o encargo anual proviria apenas dos desastres e seria portanto igual a

$$0{,}0924 \times 250.000\$00 = 20.100\$00$$

que ao mesmo juro corresponde ao capital de 462.000$00, e mostra portanto que está indicado continuar em uso a vedação com guarda.

SISALKRAFT e SYNTHAPRUFE

//

A Sociedade ROBBIALAC, Limitada, prosseguindo no seu plano de especialização em produtos para a Construção Civil, acaba de adquirir os direitos de distribuïção exclusiva para **SISALKRAFT,** o papel impermeável reforçado a fibras de Sisal, e **SYNTHAPRUFE,** produto impermeabilizador à base de carvão-borracha.

SISALKRAFT não é desconhecido pelos engenheiros e arquitectos portugueses, facto plenamente demonstrado pelo fornecimento de **20.000 metros quadrados para a EXPOSIÇÃO HISTÓRICA DO MUNDO PORTUGUÊS.**

SISALKRAFT vai servir de telhado para alguns pavilhões da Secção Colonial durante todo o inverno porque apenas meses antes da abertura da Exposição é que se vai proceder à colocação do junco. **SISALKRAFT** vai proteger tôda a preciosidade decorativa dentro dos pavilhões, contra todas as infiltrações de humidade, poeira, etc.

SISALKRAFT é muito forte e quási impossível de romper. É composto de seis elementos:

(1) Uma lâmina de papel Kraft forte.
(2) Uma demão de mastic betuminoso.
(3) Fibras horizontais de Sisal.
(4) Fibras verticais de Sisal.
(5) Uma outra demão de mastic.
(6) Uma outra lâmina de papel Kraft forte.

SISALKRAFT tem muitas aplicações na engenharia e construção civil, entre as quais

figura a cura do cimento ou beton; a impermeabilização de paredes húmidas; fôrro para as casas económicas de madeira ou placas de cimento, isolando-as da humidade ou do calor.

SISALKRAFT vende-se em rolos de 3, 4, 5, 6 e 7 pés de largura e custa, comprando o rôlo inteiro, Esc. 3$50 por m² e Esc. 4$00 por m² em peças inferiores a um rôlo.

SISALKRAFT é colado às paredes ou madeiras com **SYNTHAPRUFE** que em si já é impermeável.

Os casos mais renitentes de HUMIDADE ou eflorescência podem-se agora curar graças a estes dois inventos modernos.

SYNTHAPRUFE será também usado em grande escala na Exposição de 1940.

Não esquecer CUPRINOL! o preservativo de madeira. Actualmente CUPRINOL está sendo aplicado na Igreja Matriz da Golegã, que sendo um Monumento Nacional requere a mais eficaz protecção contra o escaravelho, formiga branca e o caruncho.

A Sociedade ROBBIALAC, Limitada, pede a todos os Srs. Engenheiros e Arquitectos que mandem chamar os técnicos da Sociedade logo que tenham qualquer problema a resolver sôbre infiltrações de humidade, protecção de madeiras, pinturas protectoras ou decorativas, etc.

Fornecem-se amostras de SISALKRAFT sob pedido à

Sociedade Robbialac, Limitada

Rua Nova do Carvalho, 15, 1.º — LISBOA — Telefone 2 7000

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

I Concurso Fotográfico do I. S. T.

Encerrou-se no dia 30 do mês passado a Exposição dos trabalhos que concorreram ao I Concurso Fotográfico do I. S. T., e se bem que não se possa considerá-lo um êxito retumbante, representou contudo um notável esfôrço de todos para que o primeiro passo que é sempre o mais difícil, animasse os hesitantes a não faltarem na próxima vez.

Vejamos alguns números de mais interêsse: concorreram 3 engenheiros e 11 alunos com um total de 79 trabalhos.

Como se esperava, o número de fotografias de interêsse técnico (24) foi muito menor que o número de fotografias de interêsse artístico (55), a despeito dos prémios mais valiosos atribuídos à primeira categoria, e de todos os esforços feitos pela Secção Fotográfica para que tal não acontecesse.

Esperamos que nos futuros Concursos as coisas melhorem sob êste ponto de vista, e que o número de concorrentes engenheiros aumente, pois não se compreende que havendo tantos que fazem fotografia, e tendo a Ordem dos Engenheiros oferecido uma taça, apenas aparecessem três concorrentes. Em virtude disto e dos poucos trabalhos apresentados, o júri entendeu que não devia atribuir a taça, e assim ficou esta para o próximo concurso, como consta dum documento adiante reproduzido.

Quanto ao júri, foi êste constituído pelos Senhores: Engenheiro Ruben Garcia, Fernando da Ponte e Sousa representando, a convite da Secção, o Grémio Português de Fotografia e Engenheiro António Carrisso, representando o Director do I. S. T., que depois de apreciarem e classificarem os trabalhos, assinaram os seguinte documento:

«O Júri apreciando os concorrentes pelo conjunto dos trabalhos que cada um apresentou, resolveu por unanimidade a seguinte classificação:

Categoria artística — Alunos

1.º Veiga Garcia
2.º Pinto da Fonseca
3.º Carvalho Campos
4.º Augusto Supico
5.º Oliveira e Sousa

Categoria técnica — Alunos

1.º Charters de Azevedo
2.º Pinto da Fonseca
3.º Oliveira e Sousa
4.º «Piffro»
5.º Boavida Godinho

Categoria artística — Engenheiros

1.º Eng. «Alfa»
2.º Eng. Pereira Sequeira
3.º Eng. Frederico Oom

Categoria técnica — Engenheiros

«O júri em face da exiguidade dos trabalhos apresentados, motivado certamente pelo reduzido prazo para a sua preparação, resolveu por unanimidade não proceder à classificação das provas referidas, reservando a atribuïção da Taça da Ordem dos Engenheiros para a próxima competição».

Em conseqüência desta classificação, os concorrentes receberam os prémios enumerados no seguinte regulamento:

I — Para os concorrentes alunos os prémios são:

Categoria Técnica

1.º — Um fotómetro foto-eléctrico — oferecido pela «Técnica».

2.º — Um tripé — oferecido pelo I. S. T.
3.º — 10 rolos Selo — oferecidos pela Sociedade Comercial Matos Tavares.
4.º — 6 rolos Tensi — oferecidos pela casa Lazarus.
5.º — Um album — oferecido pela Agência Fotográfica.

Categoria Artística

1.º — Tanque de revelação — oferecido pelo I. S. T.
2.º — Um disparador relâmpago — oferecido pela A. E. I. S. T.
3.º — 10 rolos Eisenberg — oferecidos pela casa Afari.
4.º — Um aparelho fotográfico — oferecido pela Instanta.
5.º — 6 rolos Eisenberg — oferecidos pela casa Afari.

II — Para os concorrentes engenheiros há os seguintes prémios:

Categoria Artística

1.º — 12 rolos Selo — oferecidos pela Sociedade Comercial Matos Tavares.
2.º — 1 assinatura da «Técnica» por 12 números.
3.º — Uma Menção Honrosa.

Categoria Técnica

1.º — Taça da Ordem dos Engenheiros.

III — O Júri pode não atribuir todos ou alguns dos prémios, se entender que os trabalhos não os merecem.

E para terminar êste pequeno resumo do que foi o I Concurso Fotográfico do I. S. T., resta-nos agradecer mais uma vez a todos que contribuiram para a sua realização, e em especial ao nosso ilustre Director Sr. Eng. Herculano de Carvalho, à Ordem dos Engenheiros e ao Júri, cuja indiscutível competência permitiu uma classificação imparcial dos concorrentes.

João de Lacerda Pereira e Sousa

(Da Secção Fotográfica do I. S. T.)

DO MUNDO TÉCNICO

A determinação do calor latente de vaporização da propana e n pentana

Por B. H. Sage, H. D. Evans, W. N. Lacey

Califórnia Institute of Technology, Pasadena, Califórnia

De *Industrial and Engineering Chemistry*
Vol. N.º 31, Junho — Pág. 763-767.

No seu trabalho os autores apresentam valores do calor latente de vaporização da propana e n pentana, calculados por meio da equação de Clapeyron, (a partir de dados volmétricos e de pressão de vapor), e de valores experimentais.

O método experimental seguido consiste na medição dos pesos de propana e n pentana evolados dum calorímetro, ao qual se fornece uma quantidade conhecida de energia eléctrica, processo idêntico ao seguido por Osborne e colaboradores, na determinação do calor latente de vaporização da água e amónia.

Nas condições teóricas não havendo sobreaquecimento dos gases e líquidos o calor latente é dado pela expressão

$$L = \frac{Q_e - Q}{\Delta m} \cdot \frac{V_d - V_b}{V_d} \qquad (1)$$

onde

L — calor latente de vap. em B. t. u./lb.
V_d — vol. esp. do gás saturado em cu. ft/lb
V_b — vol. esp. do líquido saturado em cu. ft/lb
Q_R — energia eléctrica fornecida para vaporização em B. t. u.
Q — perdas de energia devidas às diferenças de temperatura em B. t. u.
Δm — variação do pêso do calorímetro em lb.

(Expressão deduzida por Osborne) —

Bur. Standards J. Research — 4, 609 (1930).

Contudo, para casos que se afastam do caso ideal, torna-se necessária uma correcção. No caso presente o total máximo de correcção vai até 0,6 %.

Para os calores específicos do gás e líquido saturados, volumes específicos e coeficiente de entalpia-

pressão a temperatura constante $(\partial H/\partial P)\,T$, de ambas as fases é também necessária uma correcção.

A capacidade calorífica do calorímetro vazio deve ser conhecida a-fim-de poder ser determinada com rigor a energia calorífica fornecida para a evaporação.

Aparelhagem

Nas suas linhas mais gerais esta consta de:

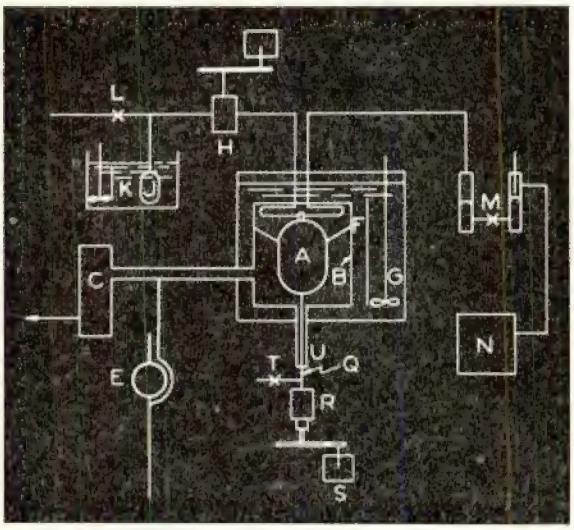


Fig. 1 — Esquema do aparelho

Uma bomba calorimétrica A (fig. 1), montada num vacuum jacket, B — Uma bomba de difusão, de óleo, assegura uma pressão inferior a 10^{-7} polegadas de mercúrio, no interior de B. Esta pressão é medida por meio dum manómetro E de Mac Leod.

Um banho de óleo F, de baixa capacidade calorífica e munido dum agitador G, mantêm B à temperatura desejada. Um par termo-eléctrico de «junção quadrúpla», está montado com uma série de junções na superfície externa da bomba e na superfície interior do jacket.

Êste par termo-eléctrico tem por fim medir a diferença de temperatura entre a bomba e o jacket durante a experiência.

Um outro par de dupla junção é igualmente montado no exterior da bomba e no interior do jacket, ligado a um galvanómetro de alta sensibilidade e baixa resistência. O feixe de luz vindo dêste galvanómetro, actua num «relais» foto-eléctrico que controla a energia eléctrica fornecida ao banho do jacket. A temperatura dêste é mantida constante por meio dum par termo-eléctrico, funcionando entre um banho de gêlo e um termostato. Êste sistema permite uma constância da temperatura de F a menos de 0°,01 F.

O banho F está colocado num termostato de ar com uma temperatura a 2° inferior à do calorímetro. A bomba A está ligada a uma válvula motora H por meio dum tubo de aço, dum contacto com o jacket interiormente; e exteriormente é envolvido o jacket de vapor a pressão constante para evitar que se dê a condensação dos vapores evolados da bomba.

Estes vão condensar-se numa bomba J mergulhada num banho condensador termostato K mantido a uma temperatura tal que a diferença entre A e J seja de 4 lb/polegada quadrada e mantida por meio da válvula H.

O calorímetro pode ser evacuado pela válvula L. A pressão do interior do calorímetro é medida por meio duma balança de pressões ligada a êle por intermédio dum tubo em U de óleo e mercúrio M.

Alguns detalhes da fig. 2:

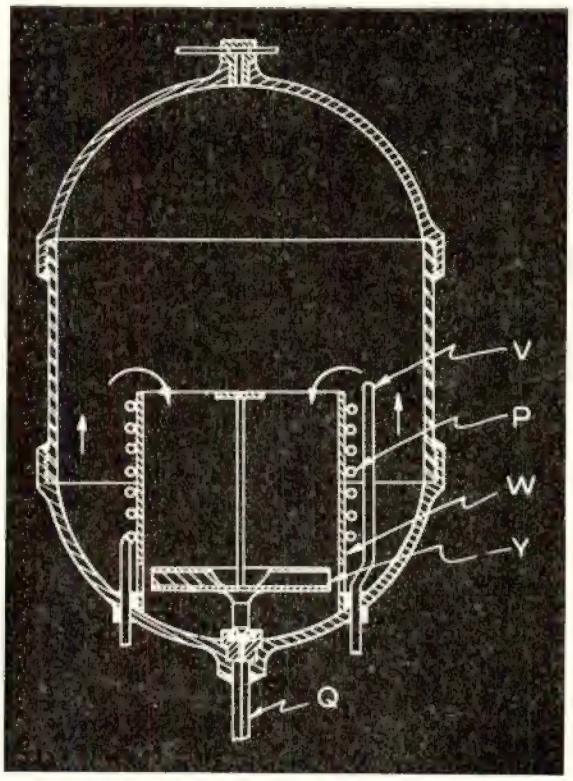


Fig. 2 — Bomba calorimétrica

A bomba calorimétrica possui interiormente um agitador centrífugo Y a-fim-de evitar as desigualdades de temperatura no líquido.

O aquecedor P é formado por um fio de cobre fechado dentro dum tubo de aço e de modo a que fique na maior parte dentro da bomba; apenas uma pequena parte de cobre e chumbo fica fora do calorímetro. A voltagem do aquecedor anda à volta de 9 volts. Esta é medida por meio dum potenciómetro Leeds e Northrup, tipo K-2.

Comparações feitas no laboratório entre várias células padrão, de cádmio, mostraram que esta voltagem pode ser medida com uma aproximação de $1:10^7$.

O tempo durante o qual a energia eléctrica é fornecida ao calorímetro é medido por meio dum dispositivo eléctrico.

Admite-se que o periodo duma dada medida (1000°) tem uma aproximação de 0,05 %. Baterias de capacidade adequadas fornecem energia ao calorímetro.

A temperatura do líquido dentro de A é determinada por um par termo-eléctrico de junção simples V. Êste, constituído por 3 fios, foi calibrado com todo o rigor antes da sua instalação dentro do aparelho.

As medidas dos f. e. m. de todos os pares termo-eléctricos de precisão, foram feitos com um potenciómetro duplo White que podia dar diferenças da ordem de 0°,005 F.

Num termostato que dá uma variação de 0°,1 F foram colocadas 3 células padrão para comparação. Esta comparação indica uma aproximação de $1:10^7$ durante o tempo da experiência.

Os pares empregados permitem variações de temperatura inferiores a 0°,001 F.

A temperatura do gás saído do calorímetro é determinada por meio dum par de junções simples de 3 fios de cobre ligado ao calorímetro aproximadamente à distância duma polegada da bomba calorimétrica.

As junções dêste par e o par principal V estão imersos num banho de gêlo com agitador.

Tôdas as outras ligações metálicas da bomba passam através do banho de óleo F.

O vapor vindo do calorímetro é condensado na bomba J que tem uma capacidade aproximada de 2 polegadas cúbicas.

Estas bombas foram pesadas no ar, com pesos de latão.

Admite-se que o vapor condensado é determinado com a aproximação de 1 %.

A propana e n pentana empregadas nas investigações são provientes da Phillips Petroleunn C.°

A análise da propana deu 0,03 moles % de impurezas; a n-pentana contém 99,3 moles % de pentana e 0,7 % moles de isopentana. A propana foi usada sem purificação; a n-pentana sujeita a uma fraccionação para lhe ser tirado o ar dissolvido e parte da isopentana.

Técnica das operações

A bomba A foi evacuada pela válvula L ∂; por T introduzido um pêso conhecido de hidrocarboneto.

Regularam-se em seguida as temperaturas de A, B e J. B é mantido a uma temperatura constante por intermédio do «relais» fotoeléctrico.

Posto o agitador a funcionar forneceu-se energia eléctrica ao calorímetro.

A-fim-de manter constante a temperatura dentro do calorímetro abriu-se a válvula H convenientemente.

De 30 em 30" tomou-se nota das diferenças de temperatura entre o jacket e a bomba e a temperatura de saída do gás.

A energia eléctrica foi fornecida ao calorímetro durante 20 min. o que corresponde a uma variação de 0,022 para 0,044 lb. do conteúdo dêste.

No fim dêste tempo fechou-se a corrente, mas fizeram-se sempre as leituras das diferenças de temperatura até se estabelecer equilíbrio estático.

A pressão no interior da bomba foi também medida em intervalos periódicos.

Foi a partir dêstes dados que o calor latente de vaporização pôde ser calculado (fórmula 1).

O calor específico a pressão constante, o coeficiente de entalpia-pressão a temperatura constante e as suas correcções; os volumes específicos dos líquidos e gases saturados foram tirados de trabalhos anteriores publicados pelos autores e por outros investigadores.

Admite-se que os dados volumétricos não introduzem um êrro maior que 0,2 %.

Resultados:

Os resultados experimentais encontram-se na tabela I — juntamente com valores obtidos por interpolação.

As tabelas II e III dão os resultados experimentais dos autores e doutros experimentadores assim como resultados teóricos a partir da equação de Clapeyron e da expressão deduzida pelos autores (trabalhos publicados noutros números da Ind. Eng. Chemistry, 1935, 36, 37):

$$L = L_A + \int_{T_A}^{T} \left\{ C_{p_d} - C_{p_b} + \left[\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_{T_d} - \left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_{T_b} \right] \frac{dP''}{dT} \right\} dT \qquad (2)$$

onde

L_A — É o calor latente de vap. determinado a 100° F e tomado como valor de referência. B. t. u./1 b.

C_{p_d} e C_{p_b} — São os calores específicos a pressão constante do líquido e do vapor. B. t. u./1 b/deg.

H — Entalpia em B. t. u./1 b.

P — Pressão em 1 b/polgada quadrada.

T — Temperatura absoluta.

O acôrdo entre os resultados experimentais e os calculados pela equação (2) é satisfatório atendendo a que foram baseados sôbre diferentes tipos de medidas experimentais.

É difícil precisar com correcção os êrros que envolvem os resultados experimentais apresentados. A precisão das quantidades medidas directamente é visivelmente melhor do que a validade dos resultados finais. A diferença é talvez devida a fenómenos de condensação e possìvelmente arrastamento de pequenas partículas de líquido não vaporizado.

Admite-se no entanto que os valores do calor latente de vaporização não dão um êrro maior do que 1,5 % para a propana e maior do que 1 % para a *n* pentana:

TABELA I

Calores latentes de vaporização

CALOR LATENTE				CALOR LATENTE			
Temp. °F	Valores experimentais B. t. u./lb		Desvios %	Temp. °F	Valores experimentais B. t. u./lb		Desvios %
A — Propana							
103.4	132.94	133.98	-0.78	118.4	128.22	126.21	1.59
103.7	133.16	133.84	-0.51	130.7	119.84	119.23	0.51
109.5	130.34	130.92	-0.44	130.9	119.26	119.10	0.13
109.8	132.20	130.76	1.10	144.4	110.21	110.80	-0.53
110.0	132.20	130.96	1.18	144.5	110.67	110.74	0.06
110.1	129.58	130.61	-0.79	162.6	99.56	98.97	0.60
114.4	128.50	128.36	0.11	163.2	99.39	98.17	1.24
118.1	128.07	126.37	1.35	167.0	94.48	95.45	-0.81
B — *n* Pentana							
82.3	156.12	155.90	0.14	131.0	174.76	147.44	0.22
103.7	152.58	152.58	0.0	135.1	146.35	146.62	-0.18
104.3	152.69	152.49	0.13	149.0	142.92	143.50	0.40
111.5	151.65	151.24	-0.27	154.3	142.63	142.27	0.25
114.4	150.51	150.67	-0.10	158.2	141.21	141.33	-0.09
120.5	149.58	149.55	-0.02	180.5	135.65	135.79	-0.10
122.4	148.69	149.18	-0.33	180.5	136.61	135.72	0.66
127.8	148.73	148.11	0.42	200.0	130.38	130.41	-0.02

TABELA II

Comparações dos valores do calor latente de vaporização de Propana

Temp. °F	Experiências dos autores	Experiências de Dana	Equação 2 (autores)	Temp. °F	Experiências dos autores	Equação 2 (autores)
	B. t. u./lb				B. t. u./lb	
60	...	153.0	152.6	130	119.7	119.4
70	...	149.5	148.7	140	113.6	112.8
80	...	146.0	144.6	150	107.2	105.6
90	...	142.5	140.2	160	100.4	
100	135.6	138.5	V135.6	170	93.3	
110	130.7	134.0	130.6	180	85.8	
120	125.3	129.0	125.3			

TABELA III

Comparação dos valores do calor latente de vaporização da *n* pentana

Temp. °F	Experiências dos autores	Experiências de Griffiths e Awbery	Equação de Clapeyron (Young)	Equação 2 (autores)
	B. t. u./lb			
60	...	158.3	...	161.3
70	...	156.0	...	159.3
80	156.2	153.6	155.8	157.3
90	154.7	151.2	154.0	155.3
100	153.2	148.8	152.2	153.2
110	151.5	...	150.2	151.1
120	149.7	...	148.2	148.9
130	147.7	...	146.2	146.6
140	145.6	...	144.0	144.3
150	143.3	...	141.7	141.8
160	140.9	...	139.4	139.3
170	138.4	...	137.0	136.7
180	135.9	...	134.5	134.1
190	133.2	...	132.0	131.3
200	130.4	...	129.3	128.4
210	...	...	126.6	125.4
220	...	...	124.0	122.3
230	...	...	120.9	119.1
240	...	...	118.0	115.8
250	...	...	115.0	112.4

O novo reservatório da Companhia das Águas de Maisons Laffitte (França)

Êste reservatório cujo estudo e direcção foi confiada a V. Forestier, é sôbre-elevado, de 1.000 m³, de forma rectangular, com as seguintes dimensões: 19m,44 × × 13m,44; a altura medida do fundo ao nível das águas é de 3m,85.

É o primeiro reservatório de vigas H envolvidas em betão, calculado tomando em consideração a resistência do betão.

As razões seguintes fizeram com que fôsse adoptada a forma rectangular.

a) o nível superior das águas não poder elevar-se mais acima do solo (16m), porque esta altura corresponde ao limite prático da potência elevatória das bombas já em serviço.

b) o terreno disponível era rectangular e tinha 14 × 20m.

Um reservatório circular como só poderia ter 14m de diâmetro para ter a capacidade de 1000m³, respeitando a certo limite de + 16m,00 elevar-se-ia acima do solo ùnicamente 9m,00.

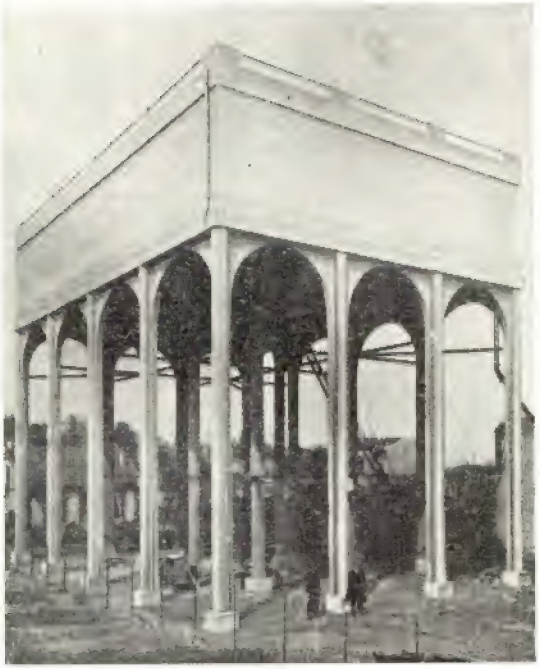


Fig. 1 — Vista do conjunto do reservatório de 1.000 m³

A forma rectangular adoptada permite assegurar, por ficar acima do solo 12m,50, uma boa alimentação da parte alta da cidade.

O reservatório é suportado por 20 pilares dispostos em 5 filas de 4 e que aumentam nos macissos de fundação que penetram até à rocha, a 2 ou 5 metros de profundidade.

A parte superior dos pilares são ligados por arcos de betão armado e sôbre os quais assenta a lage que constitui o fundo.

O conjunto é contraventado na parte superior das colunas ao nível das nascenças dos arcos e a meia altura.

A altura total das paredes é de 5m, sendo o reservatório coberto por um terraço assentando dum lado nas paredes do contôrno e do outro lado em 6 colunas que continuam as que suportam o fundo.

Tôda a obra é metálica envolvida de betão nibrado.

Uma das principais características da obra reside na continuação do pavimento do fundo que foi estabelecido, utilizando-se vigas metálicas H no sentido e elementos de betão armado no sentido normal a êste.

A solução adoptada de associar vigas metálicas envolvidas de betão com elementos de betão armado trabalhando no sentido perpendicular permitiu o aligeiramento da construção empregando-se lages ôcas de fraca espessura, capazes de suportar cargas elevadas.

A lage do fundo compõe-se de lages encastradas nos arcos que ligam as testas dos pilares.

Nenhum processo especial foi empregado para obter a perfeita estanqüidade do reservatório; o interior foi revestido por um inducto de cimento em cuja água de amassadura foi encorporado um produto hidrófugo.

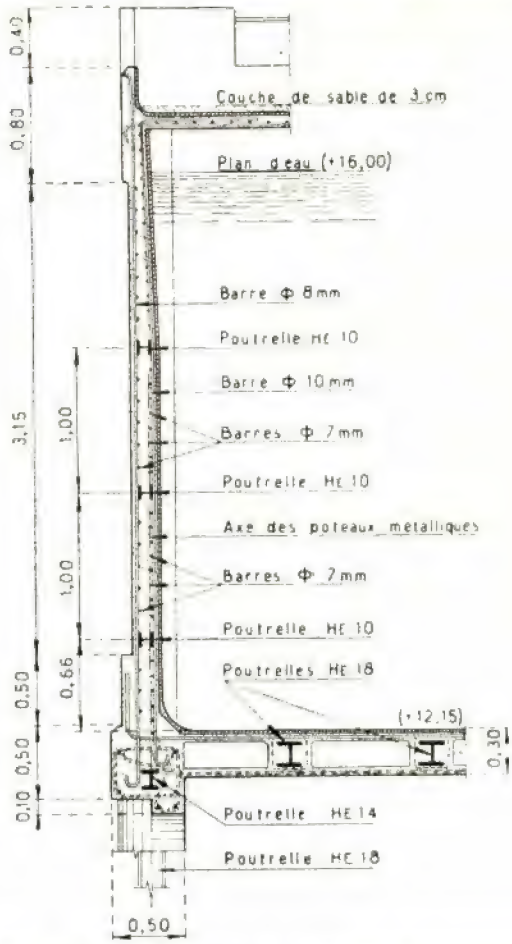


Fig. 2 — Pormenores da construção das paredes e do fundo

Quando do primeiro enchimento do reservatório executáram-se algumas experiências que vieram provar a eficácia do processo de construção empregado.

(De "L'Ossature Metallique" — Junho 1939)

O serviço de auto-ómnibus entre Berlim e Munique

Há algum tempo os caminhos de ferro alemãis inauguraram o serviço de transporte de passageiros em auto-ómnibus, entre Berlim e Munique.

As emprêsas Gaubschat-Fahrzeugwerke de Berlim construiram um combóio de dois veículos, caracterizado por a ligação entre o veículo motor e o rebocado ser rígida e as rodas serem articuladas.

Uma passagem, semelhante à das carruagens dos caminhos de ferro permite passar de um veículo para o

outro. O motor é «Diesel» de 150 CV e o comprimento exterior do comboio é de 21^{m} sem que prejudique de qualquer modo a circulação, porque nas voltas o veículo rebocado segue quási exactamente o caminho do que o reboca. Podem-se descrever circulos fechados de 24^{m} de diâmetro.

A ligação rígida entre as duas carruagens permite grandes velocidades sem que se dê qualquer escorregamento perceptível no reboque.

A construção é feita de modo a oferecer uma visibilidade perfeita, com largas janelas.

O combóio expresso das auto-estradas

Êste serviço aproveita as vantagens das auto-estradas sob o ponto de vista do velocidade e distância; os 600 km. dêste trajecto representam exactamente o dôbro do maior até agora em exploração.

O movimento entre Berlim e Munique é de tal ordem que a linha de auto-ómnibus trouxe um certo alívio ao tráfego ferroviário, em certas ocasiões (fins de semana) muito sobrecarregado.

Os auto-ómnibus Gaubschat têm 78 lugares e 17 suplementares.

O serviço é hebdomadário, com partida de Berlim todos os sábados às 7^{h} e 30^{m}, chegada a Nuremberg às 15^{h} e 30^{m} e a Munique às 18^{h} e 45^{m}.

A volta efectúa-se no domingo de manhã às 7^{h} e 30^{m} de Munique com chegada a Berlim às 18^{h} e 55^{m}.

As tarifas são excessivamente convidativas, para chamar os passageiros: de Berlim a Nuremberg pagam-se 16 marcos e de Berlim a Munique 18 marcos e 70. Estes preços são inferiores de um têrço, aproximadamente, aos dos caminhos de ferro.

Efectuam-se duas paragens, a primeira de 45^{m}, completamente suficiente para permitir que se tome uma refeição quente.

De Munique podem-se ainda aproveitar outras carreiras de auto-ómnibus.

O serviço conforme as necessidades é intensificado.

(Do Boletim de Informações dos Caminhos de Ferro Alemãis).

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

Cálculo Prático do Betão Armado

CLEMENTE SOARES DE MEDEIROS
Eng. civil do I. S. T.

Tipografia Insular, Ltd.ª — Ponta Delgada. 1939
112 pag. 50$00

Merecem, o Autor e o Editor dêste livro, as nossas felicitações, e as de todos os que, em Portugal, por assuntos de engenharia se interessam, pela sua iniciativa de publicar em vernáculo livro de carácter técnico. Todos nós sabemos como, infelizmente, êste campo de actividade tem sido descurado pelos nossos editores.

O livro que temos presente parece, com efeito, anunciar-se como o 1.º duma série de livros de Engenharia. Sendo assim deve merecer o melhor acolhimento da parte dos engenheiros portugueses.

A obra abrange os cálculos respeitantes a peças de secção rectangular sujeitas à flexão simples, (sem e com armadura comprimida), à compressão excêntrica e à tracção excêntrica. Está dividida em três partes: dedução das bases teóricas; exemplos numéricos de aplicação; tabelas.

Como o título indica, não estamos em face de um tratado de betão armado, mas de um livro comercialmente prático. Sob tal aspecto, e no campo, um pouco restrito, abrangido, é, sem dúvida, uma obra muito útil, de rápido e simples manejo, de aspecto gráfico e apresentação que, sem lisonja, podemos classificar de excelentes, do melhor que temos visto.

De interessante devemos ainda notar os processos originais de cálculo, empregados para as peças sujeitas à flexão simples com armadura comprimida, à compressão e à tracção excêntricas, bem como para o cálculo e distribuïção de estribos e varões inclinados.

Estes processos apresentam grande simplificação em relação aos processos usuais, nomeadamente nos casos de tracção e compressão excêntricas; além disso, a sua aplicação encontra-se muito facilitada pelas tabelas apropriadas, apresentadas na III parte do livro.

A resolução de qualquer dos problemas correntes sôbre os assuntos tratados nesta obra é muito simples, até para quem não esteja a par das bases teóricas, aliás quási elementares, apresentadas na I parte do livro como princípio para o estabelecimento das fórmulas práticas — e devido ao elevado número de problemas numéricos completamente resolvidos na II parte.

C. K. A.

PUBLICAÇÕES RECEBIDAS

O Engenheiro, dirigente social — Prof. Vicente Ferreira.

Sôbre a investigação Científica em Portugal — Representação feita pela Sociedade Portuguesa de Química e Física.

Guia da Produção Industrial Portuguesa — 1939-1940. — Organizado e publicado pela Associação Industrial Portuguesa.

Sociedade de Geografia de Lisboa — Número comemorativo da entrega a S. Ex.ª o Presidente da República da medalha mandada gravar pela Soc. de Geografia, em homenagem à sua patriótica jornada às Colónias de S. Tomé e Príncipe e Angola.

---

700 — **Mouvement Brownien** — J. Duclaux.

724 — **Biologie-I** — Kuhn, Warburg, Keilin, Northrop, Bowden, Pirie, Wrinch.

725 — **Biologie-II** — Needham, Waddington, Holtfretes, Brachet, Muller, Timofeeff, Haldane.

728 — **Caryocinèse des Angiospermes** — Yu Chih-Chen.

748 — **Le Mouvement Pédagogique a l'Étranger-I** — Ballibar, Piobetta e Pagosse.

749 — **Le Mouvement Pédagogique a l'Étranger-II** — M. Béra e Pierre Uri.

750 — **Le Mouvement Pédagogique a l'Étranger-III** — J. Souvagnargues e H. Marron.

Centre d'Information du Nickel:

Les Alliages Légeres Renfermant du Nickel — Paul Bastien.

Le Nickel et ses Alliages dans la Sucrerie et la Distillerie — M. Ballay e Georges Delbart.

PUBLICAÇÕES PERIÓDICAS

PORTUGAL

ANAIS DO CLUB MILITAR NAVAL — Abril a Junho de 1939.

A ARQUITECTURA PORTUGUESA E CERÂMICA E EDIFICAÇÃO — Maio e Junho de 1939.

BOLETIM DA ORDEM DOS ENGENHEIROS — Julho de 1939.

BOLETIM DA JUNTA NACIONAL DE CORTIÇA — Junho de 1939.

BOLETIM DA SOCIEDADE DE GEOGRAFIA — Março-Abril de 1939.

BROTÉRIA — Junho de 1939.

CLÍNICA, HIGIENE E HIDROLOGIA — Maio 1939.

ESTUDOS — N.os 178 e 179.

GAZETA DOS CAMINHOS DE FERRO — 16 de Junho e 1 de Julho de 1939.

INDÚSTRIA PORTUGUESA — Junho de 1939.

NEPTUNO — Março-Abril-Maio e Junho de 1939.

O INSTITUTO — Vol. 94.º - N.º 2.

O MUNDO PORTUGUÊS — Junho e Julho de 1939.

O SOLDADOR-CORTADOR — Maio e Junho 1939.

OCIDENTE — Julho de 1939.

RÁDIO-MOÇAMBIQUE — Maio de 1939.

REVISTA DOS CENTENÁRIOS — Maio e Junho 1939.

REVISTA OFICIAL DO SINDICATO NACIONAL DOS ARQUITECTOS — Abril-Junho de 1939.

SEARA NOVA — N.os 617 e 621.

ALEMANHA

EL PROGRESSO DE LA INGENIERIA — Junho e Julho de 1939.

METALLGESELLSCHAFT — Junho de 1939.

ARGENTINA

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES - INFORMACIONES — Maio 1939.

LA INGENIERIA — Abril de 1939.

REVISTA DEL CENTRO ESTUDIANTES DE INGENIERIA - CIENCIA Y TECNICA — Junho 1939.

BÉLGICA

BULLETIN DE L'ASSOCIATION INTERNATIONAL DU CONGRES DES CHEMINS DE FER — Junho 1939.

L'OSSATURE MÉTALIQUE — Maio e Junho 1939.

CHILE

REVISTA DE CAMINOS — Março de 1939.

BRASIL

BOLETIM DO INSTITUTO DE ENGENHARIA — Abril de 1939.

REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA — Abril de 1939.

REVISTA MUNICIPAL DE ENGENHARIA — Maio de 1939.

FRANÇA

LA CHRONIQUE DES MINES COLONIALES — Junho de 1939.

REVUE DE L'ALUMINIUM — Abril de 1939.

REVUE DU NICKEL — Maio-Junho de 1939.

LA TÉCHNIQUE SANITAIRE ET MUNICIPALE — Abril e Maio de 1939.

REVUE DES ROULEMENTS À BILLES — N.º 1 de 1939.

HUNGRIA

TECHNIKA — Junho de 1939.

ITÁLIA

ANNALI DEI LAVORI PUBLICI — Março, Abril e Maio de 1939.

L'ELECTROTECNICA — 10 e 25 de Junho de 1939.

L'INGEGNERE — Junho de 1939.

REVISTA DEL CATASTO E DEI SERVIZI TECNICI ERARIALI — Março-Abril de 1939.

SUÍÇA

REVUE BROWN BOVERI — Abril-Maio de 1939.

VENEZUELA

REVISTA TECNICA — Abril de 1939.

Granulados de mármores

para exportação e para o país

Mosaicos de granulados de mármore

OS MAIS BONITOS
OS MAIS RESISTENTES
OS MAIS VANTAJOSOS

Soc. Portuguesa CADAN

Rua D. Estefania, 42

Telefone 47812 *Lisboa*

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

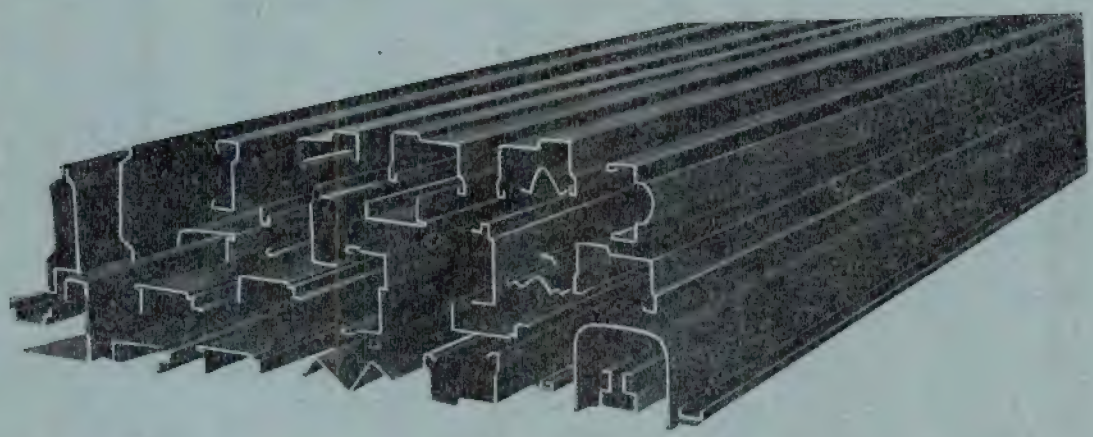
ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 26572

ALGUNS EXEMPLOS DOS PERFIS QUE SE PODEM REALIZAR



LISBOA **FÁBRICA PORTUGAL**

FABRICAÇÃO DE PERFIS DE CHAPA PARA TODOS OS GÉNEROS DE TRABALHOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

UMA REVOLUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

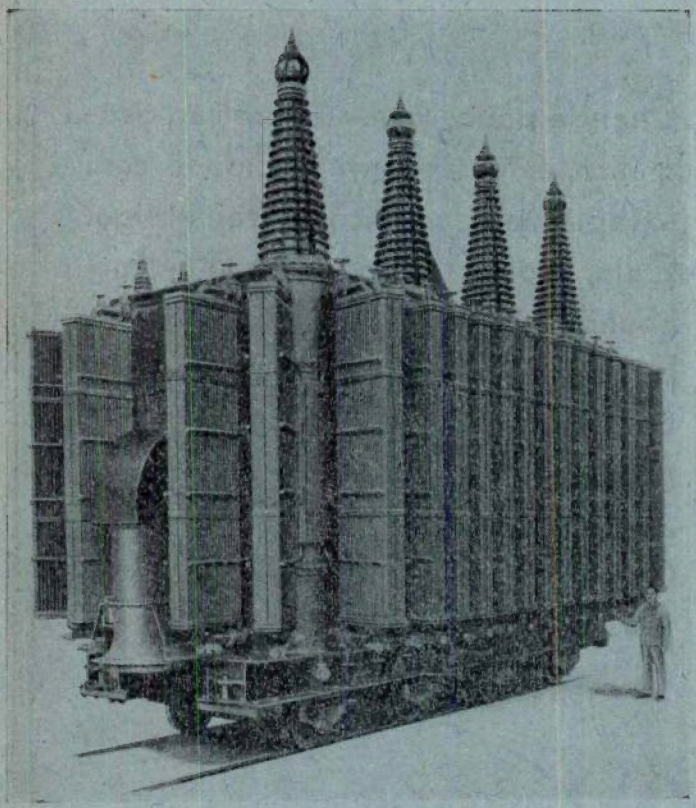
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

GENERAL ELECTRIC

Schenectady, N. Y.



Transformador trifásico Alsthom — 40.000 kVA, 228.700/800 volts

Motores e dinamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão. Centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas. Tracção eléctrica. Máquinas para soldadura eléctrica. Automotoras Diesel-Eléctricas. Turbinas de vapor. Máquinas frigoríficas. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc.

THOMSON GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, L.da

LISBOA

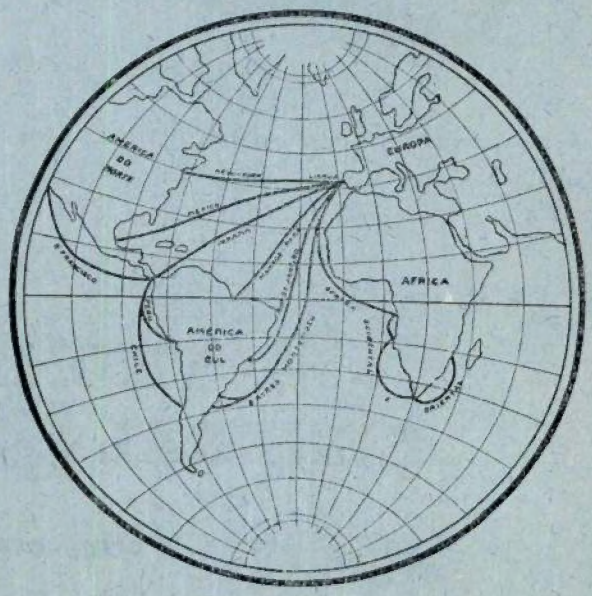
Rua do Norte, 5

Telef. 28135-28136

PÔRTO DE LISBOA

Grande pôrto, pela sua posição geográfica, extensão e profundidade, com excepcionais condições de abrigo.
Cais, docas e aparelhagem com abundância.
Estaleiros de construção e reparação de navios.
Movimento de navios e de mercadorias notável.
Comunicações com tôda a Europa, por via terrestre, marítima e aérea.

Dos grandes portos da Europa é o mais próximo dos Estados Unidos da América do Norte, da América Central, da América do Sul e da África Ocidental.



SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

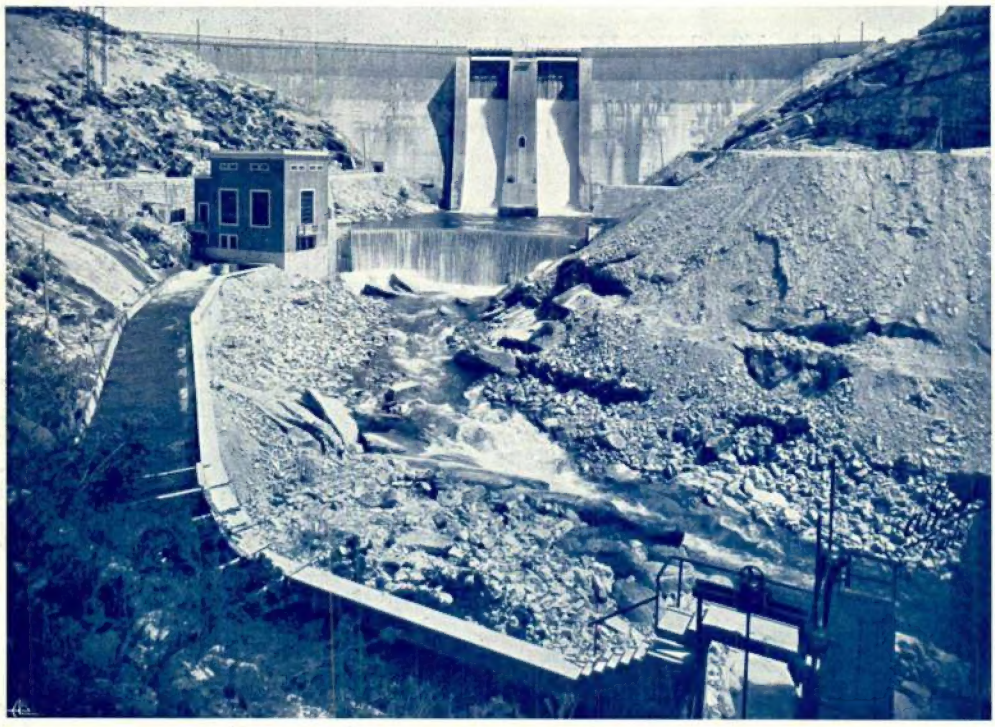
BADEN (SUISSA)

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Rua de Passos Manuel, 191, 2.º // PORTO // Tel. 2411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminhos de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diessel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, etc.



Barragem do Ermal, da Companhia Electro-Hidráulica de Portugal, com 20 milhões de metros cúbicos de capacidade da albufeira.
Na parte central, duas comportas automáticas, da casa constructora «Ateliers des Charmilles», de 9 × 5 metros, para a evacuação das cheias.
Em baixo, a central automática com uma turbina vertical tipo Kaplan (Ateliers des Charmilles) e toda a parte eléctrica (alternador, transformador, aparelhos de 2000 e 30000 Volts) da casa Brown, Boveri & Cie.
Potência: 2750 cavalos.

Engenheiros!
Arquitectos!
Proprietários!
Mestres de obras!
Donas de casa!

As nossas 12 fábricas de produtos cerâmicos espalhadas pelo País, produzindo do barro vermelho a porcelana estão ao vosso serviço, estando também ao vosso serviço os nossos depósitos de exposição e venda em

Porto, Lisboa, Coimbra, Braga, Faro, Portimão, Leiria, Algoz, Santarém, Setúbal e Funchal.

Sem verificardes os nossos novos preços e qualidades, não deveis comprar

Azulejos brancos, decorados e artísticos
Ladrilhos de Cimento
Louças Sanitárias
Porcelanas de mesa e para electricidade
Louças de Faiança para Mesa e Cosinha
Telhas e Tijolos
Mosaicos de Grez Cerâmico
Produtos refractários
Louças decorativas

Companhia das Fábricas Cerâmica Lusitânia

Sede: R. DO ARCO CEGO, 88 — LISBOA

DEPENDENCIAS DO PORTO

Fábrica: Quinta do Roriz — Monte do Seminário — Escritório: Rua José Falcão, 174
Dependências de Coimbra: Estação Velha — Loreto

E' DO VOSSO INTERESSE PREFERIR OS NOSSOS PRODUTOS